

Université de Montréal

# Une étude clinique sur la validité des tests orthopédiques utilisés pour diagnostiquer un syndrome du défilé thoracique

Par Ingrid Dessureault-Dober

Programme de sciences biomédicales

Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté de Médecine  
en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès sciences  
En sciences biomédicales

Août 2016

© Ingrid Dessureault-Dober, 2016

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## Résumé

Le syndrome du défilé thoracique se définit par la compression du plexus brachial et/ou des vaisseaux subclaviers, à leur traversée dans l'étroit passage constitué par le défilé inter-scalénique - entre les muscles scalènes, l'espace costo-claviculaire et l'espace rétro-pectoral - pour atteindre le creux axillaire. Les symptômes peuvent être à prédominance artérielle, veineuse et/ou neurologique selon la structure impliquée. Malheureusement, le syndrome du défilé thoracique demeure controversé par son manque de critères diagnostiques acceptables. De ce fait, les tests orthopédiques utilisés pour diagnostiquer ce syndrome sont régulièrement remis en question.

Ce mémoire de recherche vise à répondre à la problématique majeure entourant le syndrome du défilé thoracique : « Est-ce que les tests orthopédiques utilisés en clinique pour diagnostiquer ce syndrome sont valides ? » Au préalable, nous chercherons à identifier la qualité des articles pertinents sur le sujet à travers une revue de la littérature diagnostique. Ensuite, la validité des tests orthopédiques sera vérifiée à l'aide d'un appareil à échographie doppler lors d'une étude clinique.

Les retombées de ce projet de recherche sont multiples pour les cliniciens. Tout d'abord, il pourra aider à clarifier ce syndrome controversé tout en offrant une meilleure connaissance de la qualité des articles publiés jusqu'à présent sur le sujet. Enfin, les résultats de l'étude clinique sur la validité des tests orthopédiques permettront d'améliorer l'utilisation des tests par le clinicien et ainsi, l'aider à poser un meilleur diagnostic.

**Mots-clés :** Atteinte neuro-vasculaire, échographie Doppler, test orthopédique, diagnostic.

## **Abstract**

Thoracic outlet syndrome (TOS) is defined as a neurovascular syndrome associated with compression of the brachial bundle (brachial plexus and/or subclavian vessels). Patients may have a compression of one structure or a combination of neurovascular symptoms, which can complicate the diagnosis. Based on the clinical presentation, the clinician often performs selected provocative tests to identify a site of compression of the brachial bundle specific to a type of TOS to confirm the syndrome and propose a management plan. However, due to the lack of accepted criteria for the diagnosis of TOS, test results may be unable to confirm or rule out the presence of the syndrome. This has important implications for the generalization of results relating to test performance.

The purpose of this thesis was to establish the validity of orthopedic tests commonly used to diagnose a thoracic outlet syndrome. A systematic literature review was first conducted on the subject. Afterward, a clinical research on the accuracy of commonly used orthopedic tests used in practice was done using an echography Doppler machine. A better understanding of the validity of these tests should improve the clinical diagnosis and help define a clear plan of management.

The advantages offered by this research project are multiple for clinicians, the study provides a better understanding of this controversial syndrome, knowledge on the quality of the research done up until now and lastly, clinicians have a better understanding of the validity of TOS orthopedic tests in an objective to help improve its diagnosis.

**Keywords:** Neuro-vascular disorders, echography Doppler, orthopedic, test, diagnostic.

# Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	ii
Table des matières.....	iii
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures .....	vii
Liste des abréviations et des sigles .....	ix
Remerciements.....	x
Préambule .....	12
Chapitre 1 .....	13
Présentation générale .....	13
Embryologie de la région du défilé thoracique.....	14
Anatomie du défilé thoracique.....	16
Pathologie entourant le syndrome du défilé thoracique.....	20
Les signes et symptômes du syndrome du défilé thoracique.....	22
Description des différents tests orthopédiques utilisés en clinique pour confirmer un SDT	25
Test d'Adson .....	25
Test d'Halstead/Adson modifié.....	26
Test d'Allen .....	27
Test de Wright/hyperabduction.....	27
Test Costoclaviculaire/Militaire/Eden .....	28
Test de ROOS .....	29
Signe de Tinel .....	29
Autres outils diagnostiques et interventions .....	29
Chapitre 2.....	31
Revue systématique de la littérature sur la précision diagnostique .....	31
Introduction à la problématique .....	31
Objectif de recherche .....	31
Méthodologie .....	32

Article .....	34
Contribution des auteurs .....	34
Diagnostic accuracy of clinical tests for thoracic outlet syndrome: A systematic review.....	35
Abstract.....	36
Introduction.....	38
Objectives .....	39
Methods.....	40
Search strategy .....	40
Selection criteria .....	43
Data Extraction .....	45
Data Synthesis and Analysis.....	46
Results.....	47
Study identification.....	47
Risk of Bias Assessment.....	48
Data Synthesis and Analysis.....	50
Descriptions of the four eligible articles.....	52
Discussion.....	56
Summary of results .....	56
Recommendations for practice .....	57
Recommendations for research.....	57
Study limitations .....	57
Conclusions.....	58
References.....	59
Discussion.....	63
Chapitre 3.....	65
La validité des tests orthopédiques et le syndrome du défilé thoracique.....	65
Introduction à la problématique .....	65
La machine à échographie doppler .....	66
Hypothèses.....	71
Objectifs de recherche.....	71
Méthodes.....	72

Devis .....	72
Étude clinique .....	72
Recrutement des sujets.....	73
Matériels .....	74
Article de recherche .....	78
Contribution des auteurs .....	78
The validity of orthopedic tests used to diagnose a thoracic outlet syndrome .....	79
Abstract .....	80
Introduction.....	82
Objectives .....	83
Methods.....	84
Design .....	84
Population .....	84
Recruitment.....	84
Materials .....	84
Physical tests.....	85
Standardized clinical history .....	87
Primary outcome measures .....	87
Statistical analysis.....	87
Results.....	88
Discussion .....	99
Study limitations .....	101
Conclusions.....	102
References.....	103
Discussion .....	106
Chapitre 4.....	109
Conclusion générale.....	109
Bibliographie.....	i
ANNEXE I : Lettre d'information.....	i
ANNEXE II : Le formulaire de consentement .....	v
ANNEXE III : Le questionnaire DASH .....	vi

## Liste des tableaux

Tableau I.	Search strategy. ....	41
Tableau II.	Number of citations for each database searched. ....	42
Tableau III.	Description of index tests. ....	43
Tableau IV.	Results from Quality Appraisal for Reliability Studies (QAREL) checklist. Abbreviation: Unclear (UNC); Not applicable (N/A).....	49
Tableau V.	Characteristics of eligible studies.....	51
Tableau VI.	Explication de la validité d'un test à identifier une personne atteinte ou non correctement. ....	66
Tableau VII.	The orthopedic tests and their variations during the Doppler experimentation.	86
Tableau VIII.	Subject.....	88
Tableau IX.	TOS subject description with their DASH general questionnaire results. Some answered the DASH sport option of 4 questions related to an activity, calculated separately. Right side (R); Left side (L). *N/A: not applicable, missing data, subject answered less than 27 questions on 30. ....	89
Tableau X.	False positive rate amongst healthy subjects when considering presence of symptoms only. ....	92
Tableau XI.	Presence or absence of symptoms only for each TOS subject. Right side (R); Left side (L).....	94
Tableau XII.	Specificity, sensitivity, positive and negative predictive values as well as positive and negative likelihood ratios for the TOS orthopedic tests for all subjects (29 healthy subjects and 8 affected TOS sides) when considering only presence of symptoms. ....	94
Tableau XIII.	False positive rate amongst healthy subjects when considering presence of symptoms and or reduction of radial pulse. ....	95
Tableau XIV.	Comparison of the Doppler findings intra-group and inter-group. ....	96



## Liste des figures

Figure 1.	Resegmentation des sclérotomes précédant la formation des vertèbres et croissance des nerfs spinaux par voies segmentaires en direction de la portion crâniale des somites pour innerver les myotomes. ....	15
Figure 2.	La région du défilé thoracique côté droit, vue antérieure. La veine subclavière est coupée pour voir les structures plus profondes. ....	16
Figure 3.	Dissection cadavérique de la région du défilé thoracique côté droit, vue antérieure. ....	17
Figure 4.	Le plexus brachial côté droit, vue antérieure.....	19
Figure 5.	Dermatome du membre supérieur des racines cervicales de C3-T1. ....	23
Figure 6.	Le panneau de gauche représente le point de tension du muscle petit pectoral avec son patron d'irradiation vers l'épaule, le bras et la main. Vue antérieure, côté droit. Le panneau de droite représente les points de tension des muscles scalènes qui peuvent irradier vers l'épaule, la partie médiale de la scapula, la poitrine, le bras, l'aspect radial de l'avant-bras jusqu'au pouce et à l'index.....	23
Figure 7.	Test d'Adson.....	25
Figure 8.	Test d'Halstead. ....	26
Figure 9.	Test d'Allen. ....	27
Figure 10.	Test de Wright à 160 degrés d'abduction. ....	28
Figure 11.	Test de ROOS.....	29
Figure 12.	Flow chart systematic review PRISMA. ....	47
Figure 13.	Risk of bias and applicability concerns summary: review authors' judgements about each domain for each included study QUADAS-2.....	48
Figure 14.	Risk of bias and applicability concerns graph: review authors' judgements about each domain presented as percentages across included studies QUADAS-2.....	49
Figure 15.	Modulation triphasique normale d'une artère distale. S : Onde systolique ; D : Onde diastolique. ....	68
Figure 16.	Enregistrement spectral normal de l'artère radiale gauche (coloré en rouge) au repos en mode CF, avec un PVS de 61,01 cm/s. ....	68

Figure 17.	L'enregistrement spectral anormal du flux d'une artère distale en aval d'une occlusion.....	69
Figure 18.	Comparaison des flux sanguin artériels ; En noir, flux sanguin artériel normal ; en rouge, flux sanguin anormal en aval d'une sténose. ....	70
Figure 19.	Enregistrement spectral anormal de l'artère radiale gauche en mode CF, avec un PVS de 19,82 cm/s.....	70
Figure 20.	STARD flow diagram of one positive test or more for all subjects considering pulse reduction only. *Index test positive: One or more positive orthopedic TOS test considering radial pulse reduction only. **The reference standard: Doppler ultrasonography was used and is considered positive for a mild arterial compression when the PSV (cm/s) had a reduction of 50% or more during one test or more compared to the rest position.....	90
Figure 21.	STARD flow diagram of four positive tests or more for all subjects considering pulse reduction only. *Index test positive: Four or more positive orthopedic TOS test considering radial pulse reduction only. **The reference standard: Doppler ultrasonography was used and is considered positive for a mild arterial compression when the PSV (cm/s) had a reduction of 50% or more during four tests or more compared to the rest position. ....	91
Figure 22.	Presence or absence of symptoms only for both groups. SX: presence of symptoms, ASX: absence of symptoms. ....	93
Figure 23.	Anova results PSV mean measures in both groups for the six orthopedic tests and their variations. ....	97

## Liste des abréviations et des sigles

DASH :	Disability of the arm, shoulder and hand
IRM :	Résonance magnétique
PVS :	Pic de vélocité systolique
SDT :	Syndrome du défilé thoracique
UQTR :	Université du Québec à Trois-Rivières
TOS :	Thoracic outlet syndrome
Sn :	Sensitivity
Sp :	Specificity
PPV :	Positive predictive value
NPV :	Negative predictive value
PLR:	Positive likelihood ratio
NLR:	Negative likelihood ratio

## Remerciements

Ce mémoire est réalisé grâce au soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifesté à l'égard de ma recherche m'ont permis de progresser.

En premier lieu, je tiens à remercier mon directeur de recherche, le Pr Gilles Bronchti, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail de maîtrise. J'y ai découvert une personne ressource toujours disponible, respectueuse et surtout, inspirante. Son aide m'a permis de m'épanouir en tant que chercheuse et me perfectionner en tant que clinicienne. Enfin, j'ai été extrêmement sensible à ses qualités humaines qui sont l'écoute et la compréhension tout au long de ce travail. Il a su me guider et je ne peux qu'être fière de l'avoir eu comme directeur.

Je remercie également mon codirecteur de recherche, le Pr André Bussières pour son soutien, ses conseils et son expérience clinique. Son accueil chaleureux chaque fois que j'ai sollicité son aide, toutes les heures consacrées à m'orienter et me diriger dans le domaine de la recherche clinique, avec lequel j'étais peu familière, ont été grandement appréciées. Finalement, je lui suis reconnaissante pour sa présence et ses encouragements lors de ma première élocution au Congrès Mondial de Chiropratique.

Je souhaiterais exprimer ma gratitude à Mme Stéphanie Simard bibliothécaire, pour son professionnalisme et ses précieux conseils lors de l'élaboration de la revue systématique. Sa générosité et sa patience dans le développement de la planification stratégique de recherche des bases de données furent salvatrices. Sans son aide, la revue systématique n'aurait pu être réalisée.

Je remercie Mme Nicole Thibeault, technologue en imagerie médicale, pour son indispensable contribution dans mon apprentissage et le maniement de la machine à échographie-doppler. Dans le besoin, elle s'est proposée de bon cœur pour m'enseigner l'utilisation et la compréhension de la machine et ainsi développer mon autonomie avec celle-ci. De même, je suis particulièrement reconnaissante au Pr Detlev Grabs, pour son assistance et ses précieux conseils avec les techniques d'imagerie avec l'échographie.

Mes remerciements vont également à mes assistantes ; Cécilia Tremblay, Emanuelle Tanguay-Demers, Camile Gaudreault et Sandrine Matt pour leur support, leur disponibilité et leur aide dans la réalisation de mon projet de recherche. En outre, j'exprime également ma gratitude aux participants qui ont donné vie au projet clinique et à l'avancement de la recherche.

Pour terminer, je remercie les fonds de recherche pour leur soutien financier tout au long de ma maîtrise ; la Fondation Chiropratique du Québec, le département d'anatomie ainsi que le GRAN de l'UQTR.

## Préambule

En tant que clinicienne, j'aimerais partager la raison qui m'a amené à choisir ce sujet de recherche clinique. Lorsque j'étais confrontée à un patient qui présentait des signes et symptômes compatibles avec un syndrome du défilé thoracique (SDT) et que j'effectuais les tests orthopédiques pour ce syndrome, je ressentais un doute par rapport à la validité de ces derniers. De plus, lorsque je discutais avec d'autres cliniciens, je constatais des différences dans la façon de faire le test et de l'interpréter. Dans le doute, un clinicien a le devoir d'investiguer avant de donner des recommandations potentiellement inadéquates. Encore une fois, je me suis retrouvée confrontée à de l'incertitude. Quel est le meilleur outil diagnostique à prescrire à mon patient pour confirmer un SDT ? Dois-je référer le patient à un neurologue ou un chirurgien vasculaire ? Lorsque je discutais avec des spécialistes de la région, ceux-ci me disaient ne plus vouloir recevoir ces cas à cause de l'ambiguïté du diagnostic et du faible taux de réussite chirurgicale. Ayant une passion pour mon métier et un besoin fondamental d'aider ces patients aux prises avec cette problématique, je me suis assise avec mon ancien professeur et futur directeur de maîtrise à l'UQTR. Notre objectif, mettre sur pied ce projet de recherche clinique pour faire la lumière sur le syndrome du défilé thoracique.

# Chapitre 1

## Présentation générale

Le défilé thoracique est délimité par trois régions anatomiques à travers lesquelles passent le plexus brachial et les vaisseaux subclaviers. Ces régions sont : l'espace inter-scalénique, l'espace costo-claviculaire et l'espace rétro-pectoral. La compression d'une ou de plusieurs structures neuro-vasculaires dans la région du défilé thoracique peut engendrer des signes et symptômes au niveau du membre supérieur, que l'on retrouve dans la littérature sous le diagnostic de : syndrome du défilé thoracique (SDT). Les cliniciens utilisent des tests orthopédiques qui, lorsque positifs, devraient permettre de poser le diagnostic d'un SDT.

À travers ce mémoire, je chercherai à répondre à la question suivante : Est-ce que les tests orthopédiques utilisés pour diagnostiquer un syndrome du défilé thoracique sont valides ? Les études réalisées au cours de ma maîtrise répondront à cette question à l'aide de deux volets :

(1) une revue systématique de la littérature sur la validité des tests orthopédiques dans le diagnostic du syndrome du défilé thoracique chez des sujets sains et atteints, à l'aide d'un outil diagnostique. Cette étude et les résultats de ce volet de recherche seront présentés sous forme d'un article scientifique. Celui-ci est en cours de soumission dans un journal chiropratique, « Chiropractic & Manual Therapies ». Cette revue systématique permettra d'identifier et d'analyser à l'aide de critères d'inclusions et d'exclusions précis, les articles de qualité publiés jusqu'à présent sur le sujet.

(2) Une étude clinique pour évaluer la validité des tests orthopédiques couramment utilisés pour diagnostiquer un syndrome du défilé thoracique. Les résultats de ce volet seront également présentés sous forme d'un article scientifique. Celui-ci est en cours de soumission dans un journal médical, « Archives of Physical Medicine and Rehabilitation ».

Dans ce premier chapitre d'introduction générale, je vais décrire l'origine et l'anatomie de la région du défilé thoracique, ses délimitations ainsi que les structures neuro-vasculaires qu'elle contient. De plus, je présenterai la pathologie du syndrome du défilé thoracique et ses quatre différentes sous-catégories. Ensuite, j'expliquerai les différents tests orthopédiques utilisés

pour poser un diagnostic préliminaire ainsi que les différents outils diagnostiques pour confirmer le SDT. Par la suite, dans le chapitre deux, nous présenterons les résultats de la revue de la littérature sur la précision diagnostique des tests orthopédiques. S'en suivra le chapitre 3, dont les résultats viendront répondre à notre question de recherche. Nous terminerons ce mémoire à l'aide d'une conclusion générale sur notre sujet de recherche dans le chapitre 4.

## **Embryologie de la région du défilé thoracique**

Au cours de la gastrulation, les trois feuillets germinatifs sont représentés par l'ectoderme, le mésoderme et l'endoderme. Ils sont les matériaux formateurs des rudiments d'organes. Le mésoderme est le feuillet embryonnaire qui nous intéresse le plus, car il est responsable d'une grande partie des tissus conjonctifs en plus des vaisseaux sanguins et des cellules sanguines. Les somites, dérivées du mésoderme para-axial, contiennent plusieurs cellules dont celles présomptives du squelette axial, de la musculature troncale et des cellules endothéliales. La partie ventro-médiale d'un somite subira une transformation qui donnera le sclérotome d'où naîtront les vertèbres et les côtes. L'autre partie d'un somite se présente sous la forme d'une couche épithéliale dorsale appelée dermomyotome qui donnera naissance au myotome et au dermatome. Les dermatomes participent à la formation du derme cutané dans toute l'étendue du tronc tandis que les myotomes forment la musculature dorsale et ventro-latérale. Dans un premier temps il n'y a que le squelette axial de formé et l'embryon, tel un poisson, est dénué de membres. Lors de la formation des bourgeons des membres, les cellules issues des myotomes migrent pour en former la musculature. Grâce à la compartimentation des somites, des cellules de la crête neurale du tronc (cellules du tube neural, ébauche du système nerveux central), migrent par différentes voies pour former le système nerveux périphérique. Chaque sclérotome se scinde en segments crânial et caudal pour laisser passer les nerfs spinaux naissants (Larsen, 2003) (voir figure 1).



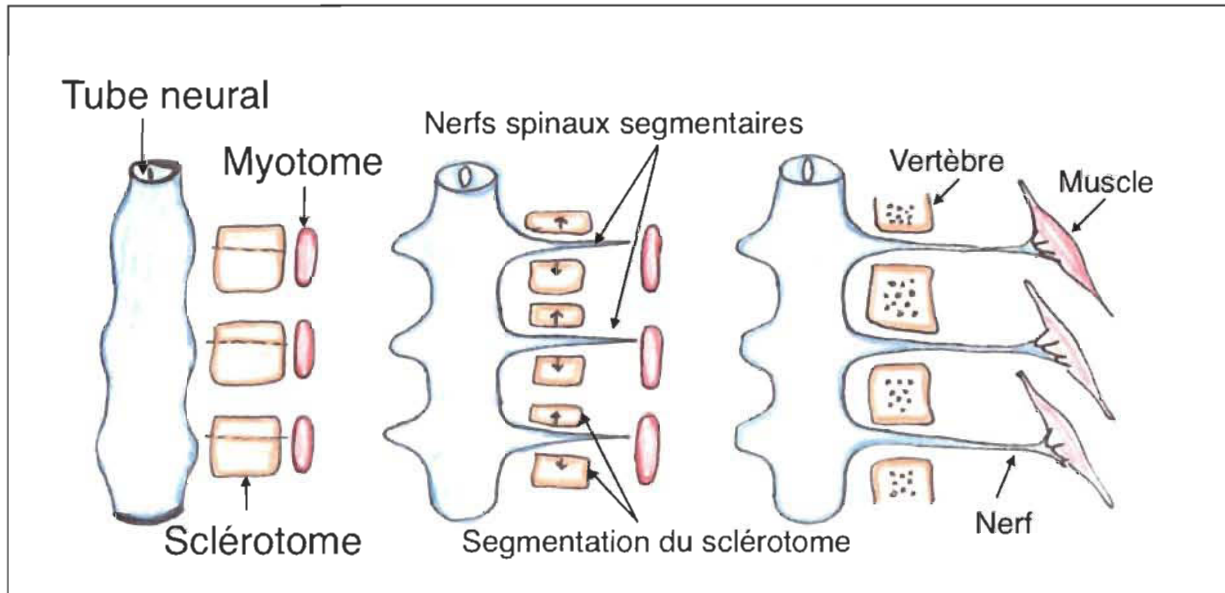


Figure 1. Resegmentation des sclérotomes précédant la formation des vertèbres et croissance des nerfs spinaux par voies segmentaires en direction de la portion crâniale des somites pour innervier les myotomes.

La formation du membre supérieur s'effectue entre la 4<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> semaine de vie embryonnaire. Lors du 24<sup>e</sup> jour, les bourgeons apparaissent sous la forme de petits renflements sur la paroi latérale du corps aux environs de C5-T1. Chaque bourgeon de membre comprend un amas mésenchymateux de mésoderme recouvert d'une coiffe épithéliale d'ectoderme. La formation des membres amène les structures vasculo-nerveuses du membre supérieur à traverser le bloc des muscles scalènes. De plus, pendant le développement, certains muscles changeront de position par un déplacement passif en rotation latérale du membre supérieur. C'est au cours de la 8<sup>e</sup> semaine que le membre pivotera pour atteindre son orientation définitive, qui sera responsable du patron des dermatomes (Larsen, 2003). De cette brève description embryologique, nous pouvons déjà constater la complexité de la formation du membre supérieur, (i) par l'origine commune mésodermique des différentes structures osseuses, musculaires et vasculaires tandis que pour les structures nerveuses, l'origine est ectodermique ; (ii) par l'excroissance d'un bourgeon dans la région cervico-dorsale qui englobera toutes ces structures qui participent aux membres supérieurs. Ainsi se forme la région du défilé thoracique.

## Anatomie du défilé thoracique

Tel que précisé plus haut, le défilé thoracique est délimité par trois régions anatomiques entre lesquelles passent le plexus brachial et les vaisseaux subclaviers. Ces trois régions sont : l'espace inter-scalénique, l'espace costo-claviculaire et l'espace rétro-pectoral (voir figure 2 et 3).

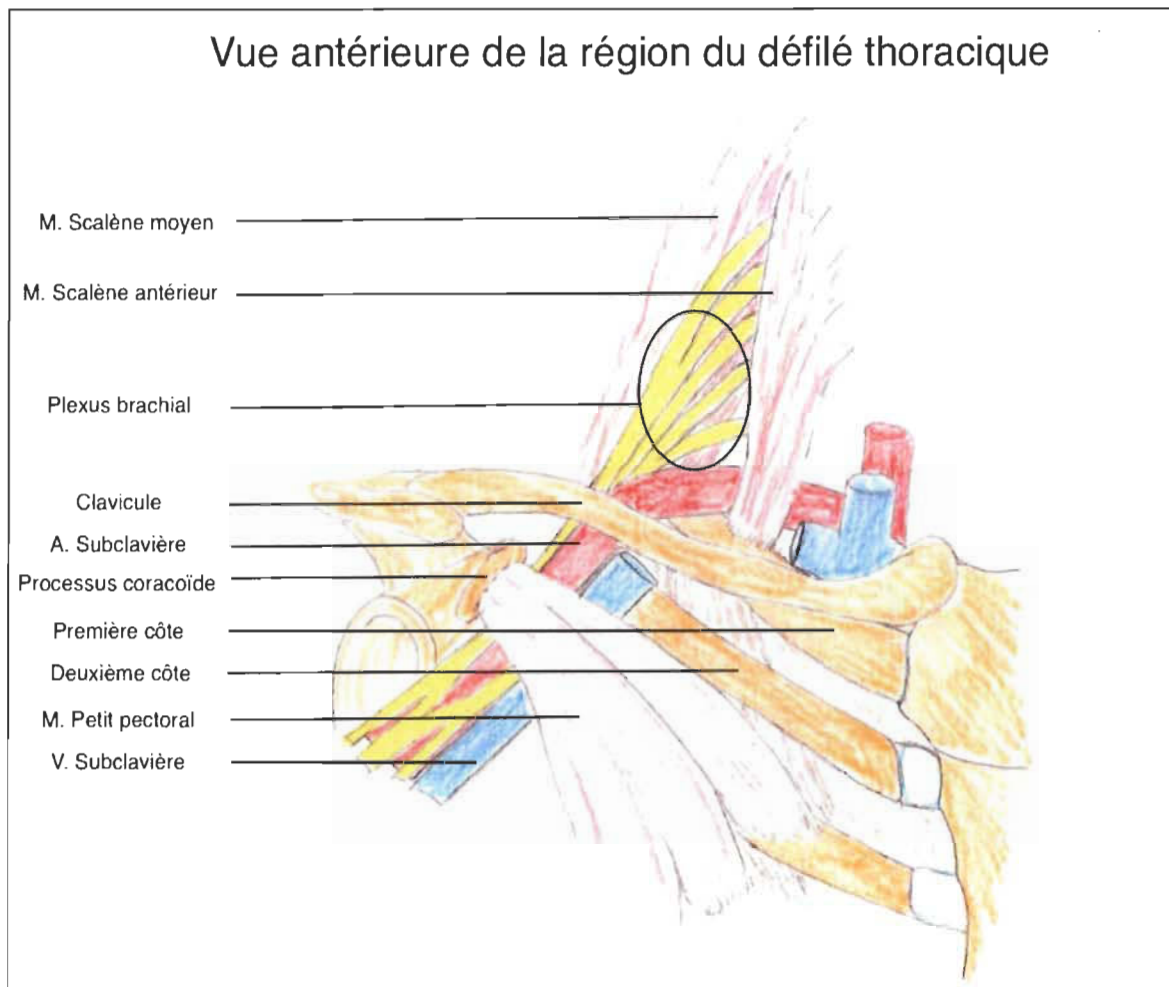


Figure 2. La région du défilé thoracique côté droit, vue antérieure. La veine subclavière est coupée pour voir les structures plus profondes.

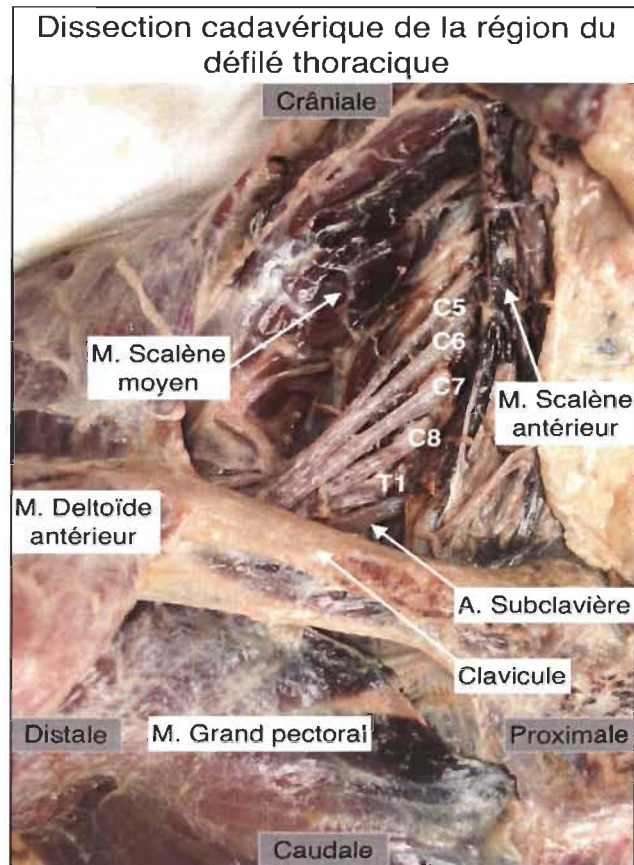


Figure 3. Dissection cadavérique de la région du défilé thoracique côté droit, vue antérieure.

*L'espace inter-scalénique* : Espace triangulaire délimité par le bord postérieur du muscle scalène antérieur, le bord antérieur du muscle scalène moyen et la face supérieure de la première côte. Le muscle scalène antérieur prend son origine sur le tubercule antérieur des processus transverses des 3<sup>e</sup>-4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup>-6<sup>e</sup> vertèbres cervicales et se termine sur le tubercule du scalène antérieur de la première côte. Le muscle scalène moyen prend son origine sur le tubercule postérieur des processus transverses des 2<sup>e</sup>-3<sup>e</sup>-4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup>-6<sup>e</sup> vertèbres cervicales et se termine au niveau de la première côte en arrière de l'artère subclavière (Schulz, Altman, & Moher, 2010).

*L'espace costo-claviculaire* : Espace triangulaire délimité par la partie proximale de la clavicule antérieurement et la première côte postérieurement.

*L'espace rétro-pectoral* : Espace délimité par le bord postérieur du muscle petit pectoral antérieurement et les premières côtes postérieurement. Le muscle petit pectoral prend son origine sur la face antérieure des 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> côtes près du cartilage costal pour s'insérer sur le bord antérieur du processus coracoïde de la scapula (Schulz et al., 2010).

*Le plexus brachial* : Il a pour rôle principal l'innervation somatique et autonome du membre supérieur (voir la figure 4). La trajectoire du plexus brachial débute dans la région cervicale où il chemine entre le scalène antérieur et le scalène moyen (espace inter-scalénique). Par la suite, il passe derrière la clavicule et en avant de la première côte (espace costo-claviculaire), pour ensuite traverser la région axillaire, entre le muscle petit pectoral et la cage thoracique (espace rétro-pectoral). Le plexus brachial est formé par l'union des rameaux antérieurs des nerfs spinaux de C5-C6-C7-C8-T1 qui forment trois troncs. Le tronc supérieur (C5-C6), le tronc moyen (C7) et le tronc inférieur (C8-T1). Les troncs se retrouvent dans l'espace inter-scalénique. Par la suite, de chaque tronc naissent les divisions ventrale et dorsale qui forment trois faisceaux. Le faisceau postérieur (formé par les trois branches dorsales), le faisceau latéral (formé des branches ventrales du tronc supérieur et moyen) et le faisceau médial (formé de la branche ventrale du tronc inférieur). Les faisceaux entourant l'artère subclavière, sont localisés dans l'espace costo-claviculaire. Les trois faisceaux donnent naissance à cinq nerfs terminaux issus de leurs divisions et anastomoses. Le faisceau latéral donne le nerf musculocutané (C5-C7) ainsi que la racine latérale du nerf médian (C5-C7). Le faisceau postérieur donne le nerf radial (C5-T1) et le nerf axillaire (C5-C6). Finalement, le faisceau médial donne la racine médiale du nerf médian (C8-T1) et le nerf ulnaire (C8-T1) (Schulz et al., 2010). Il est important de mentionner que les troncs et faisceaux donnent également naissance à plusieurs nerfs collatéraux.

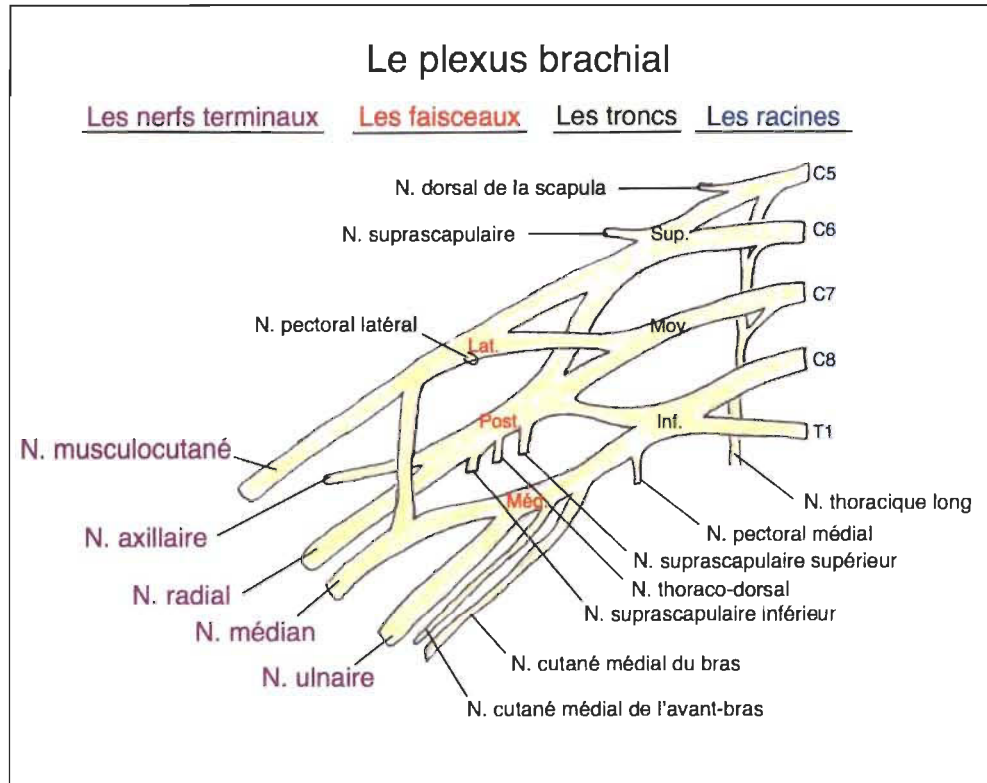


Figure 4. Le plexus brachial côté droit, vue antérieure.

*L'artère subclavière* : L'artère subclavière gauche prend son origine de l'aorte et se dirige vers le haut et le dehors, elle forme ensuite un arc redescendant vers le bas et le dehors. Elle se termine au niveau de la première côte et se continue par l'artère axillaire gauche. L'artère subclavière droite provient du tronc artériel brachiocéphalique au niveau de l'articulation sternoclaviculaire où il se divise en l'artère carotide commune et l'artère subclavière. Comme à gauche, elle se termine à son passage sur la première côte (Schulz et al., 2010).

*La veine subclavière* : Elle fait la suite de la veine axillaire provenant du membre supérieur, qui converge ensuite et s'étend de la première côte à la clavicule où elle s'unit à la veine jugulaire interne (Schulz et al., 2010).

## **Pathologie entourant le syndrome du défilé thoracique**

Le syndrome du défilé thoracique (SDT) se définit par la compression du plexus brachial et/ou des vaisseaux subclaviers, à leur traversée dans l'étroit passage constitué par le défilé inter-scalénique - entre les muscles scalènes, l'espace costo-claviculaire et l'espace retro-pectoral - pour atteindre le creux axillaire (Sanders, Hammond, & Rao, 2008). Ce passage est susceptible d'être rétréci par la présence d'une bride fibreuse, d'une hypertrophie des muscles scalènes (syndrome du scalène antérieur), d'une anomalie congénitale (syndrome costo-claviculaire). Enfin, l'autre lieu de compression est entre le petit pectoral et le processus coracoïde (syndrome d'hyperabduction) (Cooke, 2003; Povlsen, Belzberg, Hansson, & Dorsi, 2010; Sanders et al., 2008; Wright, 1945). Les compressions du plexus brachial ou des vaisseaux subclaviers sont connues depuis assez longtemps. Tout d'abord en 1861 par Coote, suite à la résection d'une côte cervicale surnuméraire chez une patiente dont la compression de l'artère subclavière créait une ischémie douloureuse de la main (Coote, 1861). Alors, l'emphasis était sur la présence de côte cervicale comme étant la source anatomique de la compression (Mackinnon & Novak, 2002). Par la suite, plusieurs auteurs publièrent des cas dont les symptômes étaient similaires, mais sans la présence de côtes cervicales (Murphy, 1910; Ochsner, Gage, & DeBakey, 1935; Stopford & Telford, 1919). Ensuite, plusieurs auteurs développèrent les tests qui portent encore leur nom tels : les tests d'Adson, Halstead, Wright, Eden et ROOS (Alfred W Adson, 1947; A. W. Adson & Coffey, 1927; Eden, 1939; Falconer & Weddell, 1943; Halsted, 1916; Roos, 1976; Wright, 1945). Il existerait donc 4 sous-catégories pour classifier un sujet avec un SDT selon ses symptômes : artériel, veineux, neurologique ou idiopathique à prédominance neurologique. Le SDT idiopathique ou « disputé » serait le plus fréquent et aussi le plus controversé (Povlsen et al., 2010; Wilbourn, 1988, 1990).

Selon Adson en 1927, 55% de ses sujets qui présentaient une côte cervicale étaient asymptomatiques. Il suggère que ces derniers ne devraient pas être mis au courant d'une découverte fortuite d'une côte cervicale afin d'éviter de déclencher une possible névrose. De plus, une opération chirurgicale n'est pas indiquée chez des patients présentant des symptômes légers (A. W. Adson & Coffey, 1927).

Selon Wright (1945), il existe deux zones de compression et d'étirement du paquet neuro-vasculaire responsable du SDT : (1) le passage du paquet vasculo-nerveux entre la clavicule et la première côte et (2) derrière le muscle petit pectoral sous le processus coracoïde. Ses résultats obtenus auprès de 150 sujets normaux soumis au test d'hyperabduction (180°) lui permettent de conclure que l'occlusion de l'artère subclavière est un phénomène normal chez 82-83,3% des sujets. Il recommande par la suite aux gens dont le pouls de l'artère subclavière disparaît ou s'affaiblit en hyperabduction d'éviter de dormir ou travailler dans cette position (Wright, 1945).

Plus tard, Roos en 1976, affirme qu'un changement de pouls positionnel ne peut être utilisé comme un test diagnostique valide mais qu'il est plus facile d'évaluer un changement de pouls que d'évaluer un nerf périphérique (Roos, 1976). Il poursuit ses recherches et décrit qu'il existe 7 types d'anomalies fibreuses du défilé thoracique. Il mentionne dans cet article qu'il est évident, anatomiquement, pourquoi 99% des patients présentent des symptômes à prédominances neurologiques. Les symptômes neurologiques sont : la douleur, l'engourdissement intermittent, le picotement, la faiblesse progressive, la fatigue et la dysfonction graduelle de la main. Ceux-ci sont strictement neurologiques et n'ont aucune relation avec une problématique circulatoire. Tandis que l'insuffisance artérielle est définie seulement comme ayant des symptômes de pâleur, de froideur et de claudication. Toutefois, même la froideur fréquemment ressentie par les patients atteints de SDT, serait un signe de neuropathie périphérique en présence d'une forte pulsation artérielle. L'insuffisance artérielle serait considérée comme étant la cause la moins fréquente (Roos, 1976). C'est principalement de cet auteur et de ses découvertes, que découleront la majorité des statistiques dans les articles actuels, que le SDT serait à prédominance neurologique (Mackinnon & Novak, 2002; Povlsen et al., 2010; Salander, 1994; Sanders et al., 2008). Cependant, certains auteurs du XXI<sup>e</sup> siècle, équipés d'outils diagnostiques plus récents, reviennent vers l'idée que l'implication artérielle dans le syndrome serait plus fréquente qu'on le croyait (Ciampi et al., 2011; Criado, Berguer, & Greenfield, 2010; Demirbag et al., 2007; Demondion et al., 2003; Gillard et al., 2001).

C'est au début des années 1960 que le SDT idiopathique à prédominance neurologique « disputed neurogenic » fait son apparition. Il est appelé ainsi car malgré les symptômes apparents d'un SDT neurologique chez un patient, les résultats des examens



électrodiagnostiques sont négatifs. Ce sous-type dit «disputé» ou idiopathique est remis en question par certains chercheurs (Wilbourn, 1988, 1990). De plus, la littérature mentionne qu'aux États-Unis, près de 90% des opérations en rapport avec des cas de SDT, s'agissait de pathologie de type idiopathique (Povlsen et al., 2010; Wilbourn, 1990).

Une revue de la littérature récente, parue en 2010, comparait les interventions chirurgicales versus non chirurgicales pour le traitement des patients atteints d'un SDT sur une période de 6 mois suivants l'intervention (Povlsen et al., 2010). Ses auteurs ont conclu qu'il n'y avait pas une méthode meilleure qu'une autre, et qu'au contraire, il y avait un manque de critères établis pour le diagnostic du SDT. Ils recommandaient fortement d'établir des critères diagnostics. Or, les tests orthopédiques, décrits entre les années 1910 et 1950, sont toujours utilisés malgré la controverse du diagnostic (Mackinnon & Novak, 2002) et c'est pourquoi nous nous sommes penchés sur la question de la validité de ces tests pour le diagnostic du SDT.

## **Les signes et symptômes du syndrome du défilé thoracique**

Le SDT se manifeste par des symptômes pouvant être à prédominance artérielle (froideur, faiblesse, pâleur, lourdeur), veineuse (œdème, cyanose, fatigabilité, lourdeur, thrombose) et/ou neurologique (douleurs lancinantes diffuses, faiblesse musculaire, paresthésies ou hypoesthésies des doigts) (Cooke, 2003; Salander, 1994; Sanders et al., 2008). Les symptômes peuvent se manifester à partir de la base du cou, vers l'épaule et la scapula, et en fonction du site de compression, vers le bras, l'avant-bras, la main et certains doigts (Povlsen et al., 2010; Sanders et al., 2008; Wilbourn, 1990). Les signes et symptômes sont habituellement aggravés avec les mouvements du bras au-dessus des épaules et/ou de la tête. Ils peuvent varier d'un individu à l'autre, selon la structure comprimée (Larsen, 2003; Schünke et al., 2006), car toute atteinte radiculaire engendre des symptômes au niveau de son patron dermatomal (Netter & Kamina, 2011) (voir figure 5). Le diagnostic différentiel doit prendre en considération les douleurs référées dues aux points de tension des muscles scalènes et pectoraux, qui peuvent simuler un SDT (Simons, Travell, & Simons, 1999) (voir figure 6).



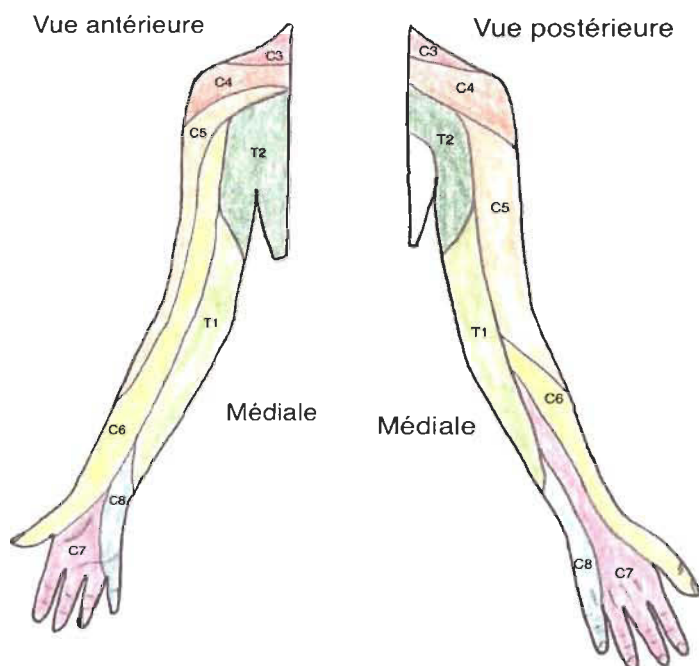


Figure 5. Dermatome du membre supérieur des racines cervicales de C3-T1.

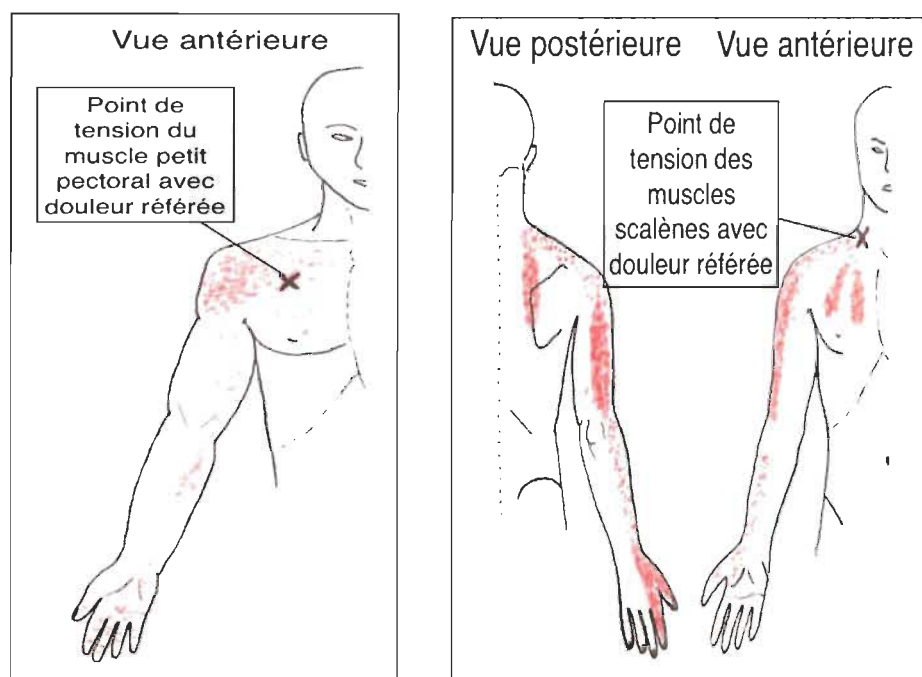


Figure 6. Le panneau de gauche représente le point de tension du muscle petit pectoral avec son patron d'irradiation vers l'épaule, le bras et la main. Vue antérieure, côté droit. Le panneau de droite représente les points de tension des muscles scalènes qui peuvent irradier vers l'épaule, la partie médiale de la scapula, la poitrine, le bras, l'aspect radial de l'avant-bras jusqu'au pouce et à l'index.

En clinique, le professionnel de la santé doit d'abord procéder à l'anamnèse du patient afin de comprendre l'historique et la présentation de la maladie. Des questions ciblées (durée de la problématique, une description de la symptomatologie, facteurs aggravants ou atténuants, etc.) amènent le clinicien à établir plusieurs diagnostics différentiels. Lorsque ce dernier juge qu'il a obtenu toutes les informations nécessaires, il procède à un examen physique du patient. Tout d'abord, il s'assure que les signes vitaux sont dans les limites de la normale (pression artérielle, pouls et auscultation). Suit ensuite une observation globale du patient afin de déceler des signes apparents (rougeur, œdème, cyanose, etc.), puis l'examen neurologique du membre atteint. Durant cette étape, le clinicien recherche des signes de faiblesses musculaires ainsi que des signes d'une atteinte d'un ou plusieurs dermatomes. Par la suite, le clinicien vérifie les amplitudes de mouvements actifs et passifs des différentes articulations impliquées (dysfonction articulaire cervicale, gléno-humérale, costo-claviculaire, coude, poignet) et palpe les muscles impliqués à la recherche de douleurs référées. En dernier lieu, le clinicien effectuera une série de tests orthopédiques spécifiques à chaque condition afin d'éliminer les diagnostics différentiels (radiculite, tendinite, tunnel carpien, etc.) et ainsi confirmer son diagnostic (Bates & Bickley, 2014).

## Description des différents tests orthopédiques utilisés en clinique pour confirmer un SDT

Il existe différents tests orthopédiques dont l'objectif premier est la reproduction des signes et symptômes chez un patient avec un possible SDT. De plus, lors de certains tests, on recherche une diminution ou une absence du pouls de l'artère radiale au poignet (compression vasculaire). Voici les tests orthopédiques les plus fréquemment retrouvés dans la littérature :

### Test d'Adson

On recherche une diminution du pouls radial et/ou augmentation de la symptomatologie. L'examen orthopédique vérifie l'implication des muscles scalènes et/ou des côtes cervicales (Alfred W Adson, 1947) (voir figure 7).



Figure 7. Test d'Adson.

- Le sujet est assis avec bras en position neutre.
- Le clinicien amène le bras du sujet à 30 degrés d'abduction et 30 degrés d'extension.
- Le clinicien place son index et majeur au niveau du pouls radial au poignet du sujet afin d'évaluer le pouls.
- Le clinicien demande ensuite au sujet de tourner la tête ipsilatéralement, de prendre une inspiration profonde et de la conserver pour une durée d'environ 10-15 secondes.

- Le clinicien note tout changement dans le flux sanguin au niveau du pouls radial et demande au sujet s'il y a des changements dans sa symptomatologie.
- Variante : ajouter de l'extension au cou lors de la rotation ipsilatérale.

### **Test d'Halstead/Adson modifié**

On recherche une diminution du pouls radial et/ou augmentation de la symptomatologie. L'examen orthopédique vérifie l'implication des muscles scalènes et/ou de l'articulation costo-claviculaire (Halsted, 1916) (voir figure 8).



Figure 8. Test d'Halstead.

- Le sujet est assis avec bras en position neutre.
- Le clinicien amène le bras du sujet à 30 degrés d'abduction et 30 degrés d'extension.
- Le clinicien place son index et majeur au niveau du pouls radial au poignet du sujet afin d'évaluer le pouls.
- Le clinicien demande ensuite au sujet de tourner la tête controlatéralement, de prendre une inspiration profonde et de la conserver pour une durée d'environ 10-15 secondes.
- Le clinicien note tout changement dans le flux sanguin au niveau du pouls radial et demande au sujet s'il y a des changements dans sa symptomatologie.
- Variante : ajouter de l'extension au cou lors de la rotation controlatérale.

## Test d'Allen

On recherche une diminution du pouls radial et/ou augmentation de la symptomatologie. L'examen orthopédique vérifie l'implication des muscles scalènes et/ou de l'articulation costo-claviculaire (Bussières, 2008) (voir figure 9).



Figure 9. Test d'Allen.

- Le sujet est assis avec bras en position neutre.
- Le clinicien amène le bras du sujet à 90 degrés d'abduction avec flexion du coude.
- Le clinicien place son index et majeur au niveau du pouls radial au poignet du sujet afin d'évaluer le pouls.
- Le clinicien amène le bras en rotation externe.
- Le clinicien demande ensuite au sujet de tourner la tête controlatéralement, de prendre une inspiration profonde et de la conserver pour une durée d'environ 10-15 secondes.
- Le clinicien note tout changement dans le flux sanguin au niveau du pouls radial et demande au sujet s'il y a des changements dans sa symptomatologie.
- Variante : ajouter de l'extension au cou lors de la rotation controlatérale.

## Test de Wright/hyperabduction

On recherche une diminution du pouls radial et/ou une augmentation de la symptomatologie. L'examen orthopédique vérifie l'implication du muscle petit pectoral (Wright, 1945) (voir figure 10).



Figure 10. Test de Wright à 160 degrés d'abduction.

- Le sujet est assis avec bras en position neutre.
- Le clinicien place son index et majeur au niveau du pouls radial au poignet du sujet afin d'évaluer le pouls.
- Le clinicien amène le bras du sujet à 90 degrés d'abduction.
- Le clinicien refait le test à 130, 160 et 180 degrés d'abduction.

### **Test Costoclaviculaire/Militaire/Eden**

On recherche une diminution du pouls radial et/ou une augmentation de la symptomatologie. L'examen orthopédique vérifie l'implication de la clavicule et de la première côte (Eden, 1939; Falconer & Weddell, 1943).

- Le sujet est assis avec bras en position neutre.
- Le clinicien place son index et majeur au niveau du pouls radial au poignet du sujet afin d'évaluer le pouls.
- Le clinicien amène le bras et l'épaule du sujet en extension, de prendre une inspiration profonde et de la conserver pour une durée d'environ 10-15 secondes.
- Le clinicien note tout changement dans le flux sanguin au niveau du pouls radial et demande au sujet s'il y a des changements dans sa symptomatologie.
- Variante : le sujet place sa tête en extension ou en flexion antérieure.



## Test de ROOS

On recherche une augmentation de la symptomatologie du sujet au point de devoir arrêter la manœuvre. L'examen orthopédique vérifie l'implication des structures dans leur ensemble lors de mouvements actifs en abduction (Roos, 1976, 1979, 1982) (voir figure 11).



Figure 11. Test de ROOS.

- Le sujet est assis avec bras en position neutre.
- Le clinicien demande au sujet de lever les deux bras à 90 degrés d'abduction avec flexion du coude les paumes vers l'avant.
- Le clinicien demande ensuite au sujet d'ouvrir et fermer les mains dans cette position pendant 3 minutes et d'informer le clinicien de tout changement dans les membres supérieurs.

## Signe de Tinel

On recherche une reproduction de la symptomatologie du sujet lors d'une percussion de la région supra-claviculaire, sur le muscle scalène antérieur. Le signe vérifie l'implication du muscle scalène antérieur (Laulan et al., 2011; Sanders et al., 2008).

## Autres outils diagnostiques et interventions

Selon la cause du SDT, il existe différents outils pour confirmer le diagnostic, mais jusqu'à ce jour, aucun d'entre eux n'a été validé comme étant l'outil de référence. Cela s'explique par les différents sous-types du syndrome dont les structures comprimées à évaluer

peuvent varier. Le SDT artériel et veineux peut être investigué par l'échographie-doppler, la résonnance magnétique (IRM), la numérisation tomodensitométrie ou l'angiographie. Le SDT neurologique est plus souvent investigué par des examens électrodiagnostiques qui évaluent la conduction nerveuse (potentiels évoqués ou électromyogramme) mais l'IRM et la numérisation tomodensitométrie peuvent être prescrites pour confirmer une compression des structures nerveuses. Dans le cas du SDT idiopathique, les examens électrodiagnostiques sont négatifs. Selon certains auteurs, le SDT est parfois considéré comme un diagnostic d'exclusion (Gillard et al., 2001; Wilbourn, 1988), car il devient plus simple d'éliminer les autres pathologies pouvant simuler ce syndrome, telles : une hernie discale cervicale, une tendinite du long chef du biceps ou de la coiffe des rotateurs, un syndrome du tunnel carpien etc.

Lorsque les traitements conservateurs ont échoué, les interventions médicales pour soulager les symptômes des patients atteints d'un SDT sont : l'infiltration dans l'espace inter-scalénique, l'ablation du muscle scalène antérieur ou d'une bande fibreuse, l'ablation de la première côte ou d'une côte cervicale. Le manque de fiabilité des tests orthopédiques empêche de bien orienter le patient vers une intervention chirurgicale spécifique. Par conséquent, la littérature actuelle n'apporte pas d'information sur les interventions à prioriser (Povlsen et al., 2010).



## **Chapitre 2**

# **Revue systématique de la littérature sur la précision diagnostique**

### **Introduction à la problématique**

Tel que mentionné précédemment, malgré plusieurs articles sur le SDT, il ne semble pas y avoir un consensus sur les tests orthopédiques à prioriser et leur validité pour poser un diagnostic. Jusqu'à présent, aucune revue de la littérature n'a été faite avec l'objectif de répondre à la question suivante : « Dans la littérature actuelle, existe-t-il des articles de recherche clinique de qualité pouvant soutenir la validité des tests orthopédiques utilisés pour diagnostiquer le SDT ? ». Nous nous sommes donc proposé de vérifier cette question par une revue systématique de la littérature sur la précision diagnostique.

### **Objectif de recherche**

Évaluer la littérature actuelle sur la validité des tests orthopédiques cliniques utilisés pour diagnostiquer un syndrome du défilé thoracique chez des sujets sains et atteints comparés avec un outil diagnostique.

## Méthodologie

Nous avons effectué une revue systématique, du 1<sup>er</sup> janvier 1990 au 5 février 2016, dans les 10 bases de données informatiques suivantes : « Medline; CINAHL; Mantis; Scopus; Web of science; Cochrane; Embase; Proquest; Index or chiropractic literature; SCHOLAR ». Nous avons créé trois concepts de recherche qui incluaient une combinaison de terme « MeSH » et de mots clés. La sélection d'articles a été effectuée selon les lignes directrices du diagramme de flux PRISMA « Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses ». Les articles écrits en anglais ou en français étaient inclus s'ils respectaient les critères suivants :

### *1. Population cible :*

Des études cliniques dont les sujets présentaient des signes et symptômes du cou et/ou du bras et étaient suspectés d'avoir un SDT en comparaison avec un échantillon de sujets sains (contrôles). La majorité des sujets devaient être d'âge adulte (18 ans et plus).

### *2. Type d'étude :*

Nous avons considéré des études cliniques qui ont évalué les résultats des différents tests cliniques durant l'examen physique afin d'identifier des sujets potentiels avec un SDT. Les types d'articles acceptés : « transversale, cohort (retrospective/prospective), cas-témoin, essai clinique ».

### *3. Condition cible :*

Un échantillon de sujets SDT avec une description des signes et symptômes comparé avec des sujets sains. Anamnèse et examen physique par un professionnel de la santé afin d'éliminer d'autres pathologies (l'article devait présenter des critères d'inclusions et d'exclusions). L'article devait mentionner un ou plusieurs tests orthopédiques, donner une description de chacun des tests orthopédiques effectués ou la mention d'une référence décrivant le test.

### *4. Test clinique (orthopédique) :*

Nous avons inclus les articles dont l'examen physique est clairement décrit avec un ou plusieurs des tests orthopédiques suivants : test de ROOS ou EAST, test d'Adson, test d'Adson modifié ou Halstead, test Costoclaviculaire ou Militaire ou Eden, test d'Hyperabduction ou Wright, signe de Tinel, test d'Allen.

#### *5. Test de référence (outil diagnostique) :*

Nous avons inclus les articles dont les résultats de l'examen physique sont comparés à l'un ou plusieurs des tests de référence standard primaire : résonance magnétique, tomodensitométrie, échographie-doppler, neurographie, examen électrophysiologique, angiographie, myélographie. Une intervention chirurgicale ou une radiographie devait être combinée à un test de référence primaire mentionnée précédemment.

## **Article**

La revue de la littérature suivante intitulée « Diagnostic accuracy of clinical tests for thoracic outlet syndrome : A systematic review » rédigé par Ingrid Dessureault-Dober, Gilles Bronchti et André Bussières sera soumise au *Journal of Chiropractic & Manual Therapies*.

## **Contribution des auteurs**

Cette revue systématique résume bien l'intérêt et la pertinence de ce mémoire.  tant première auteure, j'ai moi-même rédigé cet ouvrage avec l'aide et la supervision de mes directeurs de recherche les professeurs André Bussières et Gilles Bronchti. Le Pr André Bussières s'est également impliqué comme 2  lecteur lors de l'étape de l'analyse qualitative des articles inclus. Cette revue systématique est le fruit d'une démarche scientifique rigoureuse, constituée de plusieurs étapes bien définies, accomplies par moi-même sous la supervision de mes directeurs de recherche.

# **Diagnostic accuracy of clinical tests for thoracic outlet syndrome: A systematic review**

## **Authors:**

Ingrid Dessureault-Dober <sup>1</sup>, Gilles Bronchti <sup>2</sup>, André Bussières <sup>3</sup>

## **Affiliations**

<sup>1</sup>[DC, Master student at l'Université du Québec à Trois-Rivières, anatomy department]

<sup>2</sup>[PhD, Université du Québec à Trois-Rivières, anatomy department]

<sup>3</sup>[DC, PhD, Université du Québec à Trois-Rivières and McGill, chiropractic department]

## **Acknowledgements:**

The authors wish to acknowledge Mrs. Stephanie Simard, UQTR librarian for helping in the design of the search strategy and retrieving relevant citations. We would also like to acknowledge, Mrs. Emanuelle Demers and Mrs. Sandrine Matt, UQTR students who help with extracting data. Lastly, we are grateful for the funding support of the Anatomy department at UQTR, the “Fondation Chiropratique du Québec” and the “Groupe de recherche sur les affections neuromusculosquelettiques”.

## **Corresponding author:**

Name : André Bussières DC, PhD, Département chiropratique, UQTR

Address: 3351, boul. Des Forges, C. P. 500. Trois-Rivières (Québec) Canada, G9A 5H7

Business telephone number: (819) 376-5011, extension 3972

E-mail: [andre.bussieres@uqtr.ca](mailto:andre.bussieres@uqtr.ca)

## **Abstract**

### **Objective:**

To summarize the evidence on the accuracy of clinical tests to help confirm or refute a diagnosis of thoracic outlet syndrome (TOS).

### **Data Source:**

A search was carried out in 10 databases (Jan 1990-Feb 2016) using relevant key words and MeSh terms.

### **Study Selection:**

We considered diagnostic test accuracy studies that directly compared clinical tests for the diagnosis of TOS against a reference test. Cross-sectional, cohort, case-control studies and randomized controlled trials were included. The quality of eligible studies was appraised using Quadas-2 and the QAREL checklist. We performed a qualitative synthesis of scientifically admissible studies. The PRISMA guideline was used to report findings.

### **Data Extraction:**

A total of 3932 articles were retrieved. After removal of duplicates, 1767 articles were screened for titles and abstract, leaving 494 articles for full text review. Ten studies met the eligibility criteria and were assessed for risk of bias, four of which were included in the review.

### **Data Synthesis:**

Only one of the four admissible studies had a low risk of bias. Different index tests were used across studies and none of the included studies used the same index tests when comparing with a gold standard. High clinical heterogeneity and the use of different comparators prevented from pooling results. Results suggest prescribing MRIs during provocative positioning to confirm a diagnosis of TOS may be useful. However, this is associated with high false positive rate of venous compression.

### **Conclusions:**

Little evidence currently supports the validity of clinical tests for the diagnosis of thoracic outlet syndromes. Future diagnostic accuracy studies should aim to use established methodological criteria and appropriate reporting guidelines to help validate clinical tests for diagnosing patients with TOS.

**Key Words:** diagnostic accuracy, clinical tests, reference standard, thoracic outlet syndrome, systematic review.

**Abbreviations:** Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI), Thoracic Outlet Syndrome (TOS), Sensitivity (Sn), Specificity (Sp).

## Introduction

Although the term ‘Thoracic Outlet Syndrome or TOS’ was first coined in 1956<sup>1</sup>, this remains a controversial clinical entity<sup>2</sup>. Complaints in the arm, hand and neck are very common, with an estimated annual prevalence of 57% in workers<sup>3</sup>. In contrast, the prevalence of symptomatic TOS in the general population is estimated at 1/10,000<sup>4, 5</sup>.

TOS is defined as a neurovascular syndrome associated with compression of the brachial bundle (brachial plexus and/or subclavian vessels). Compression of the thoracic outlet may be caused by several anatomical structures (cervical rib, anomalous facial bands, fibrous bands, abnormalities of the anterior or medial scalene muscles, abnormalities of the pectoralis minor muscle, hypertrophy of C7 transverse process) in one or more of these three compartments (interscalene triangle, costoclavicular space, retropectoralis minor space)<sup>6</sup>. However, using the ROOS’ classification of abnormal anatomy in the upper thoracic outlet<sup>6-8</sup>, a cadaveric study of 50 randomly selected specimens concluded that only 5 (10%) specimens had a “normal” anatomy of the thoracic outlet bilaterally<sup>9</sup>.

TOS complaints are associated with high levels of disability and health care costs<sup>10, 11</sup>. TOS represents a spectrum of disorders encompassing three related types: compression of the brachial plexus (neurogenic TOS), compression of the subclavian artery or vein (vascular TOS), and an often-disputed non-specific type of TOS. Reported clinical features include: neurological symptoms (paresthesia, numbness, tingling, progressive weakness, loss of dexterity, pain, atrophy), arterial symptoms (ischemia, pallor, coolness, fatigability, pain, muscle cramp, absence of pulse), and venous symptoms (edema, cyanosis, fatigue, heaviness, thrombosis)<sup>2, 6-8</sup>. Patients may have a compression of one structure or a combination of neurovascular symptoms, which can complicate the diagnosis<sup>6</sup>. Based on the clinical presentation, the clinician often performs selected provocative tests to identify the site of compression of the brachial bundle specific to a type of TOS to confirm the syndrome and propose a management plan. However, due to the lack of accepted criteria for the diagnosis of TOS, test results may be unable to confirm or rule out the presence of the syndrome<sup>2</sup>. This has important implications for the generalization of results relating to test performance and related treatments. Non-specific TOS with neurological symptoms accounts for over 90% of all TOS surgeries in the United States<sup>4</sup>.



To our knowledge, no systematic review has been conducted on the diagnostic accuracy of clinical tests to help confirm or refute a diagnosis of TOS. A better understanding of the validity of these tests should improve the clinical diagnosis and help define a clear plan of management.

## **Objectives**

The aim of this review was to summarize the existing literature on the diagnostic accuracy of clinical tests used to identify patients with possible TOS compared with a control group, using a reference standard as a diagnostic tool to confirm or refute the diagnosis.

## **Methods**

We reported this review according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement<sup>12</sup>.

### **Search strategy**

The literature search aimed to systematically identify publications on the diagnostic accuracy of the TOS from January 1<sup>st</sup> 1990 to February 5<sup>th</sup> 2016. Only articles published after January 1990 were retrieved to ensure a minimum of quality and an acceptable reference standard (e.g., MRI)<sup>13-17</sup>.

Searches were conducted between November 29<sup>th</sup> and December 11<sup>th</sup> 2013 in 10 databases: Medline; CINAHL; Mantis; Scopus; Web of science; Cochrane; Embase; Proquest; Index or chiropractic literature; SCHOLAR. The search was first created in Medline without language limitation and adapted to other databases using a combination of MeSH terms and key terms for targeted condition, index test and clinical diagnosis. The search was updated from December 12<sup>th</sup> 2013 and February 5<sup>th</sup> 2016 in Medline, Embase, Web of Science and Mantis (Tables I-III). The bibliographies of the identified articles were reviewed for additional studies.

Set	Search terms for PubMed
Target condition (AND)	("Thoracic Outlet Syndrome" OR "Cervical Rib Syndrome" OR "arterial thoracic outlet syndrome " OR "costoclavicular syndrome " OR "nerve compression syndrome thoracic outlet" OR nerve compression syndrome thoracic outlet OR "neurogenic thoracic outlet syndrome " OR ("nerve compression syndrome" AND "thoracic outlet") OR ("nerve compression syndrome" AND "thoracic") OR "neurologic syndrome thoracic outlet " OR ("neurologic syndrome" thoracic outlet) OR (neurologic syndrome thoracic outlet) OR "neurovascular syndrome thoracic outlet " OR (neurovascular syndrome thoracic outlet) OR "scalenus anticus syndrome" OR "superior thoracic aperture syndrome" OR "thoracic outlet nerve compression syndrome" OR (thoracic outlet nerve compression syndrome) OR "thoracic outlet neurologic syndrome" OR (thoracic outlet neurologic syndrome) OR " thoracic outlet neurovascular syndrome " OR (thoracic outlet neurovascular syndrome) OR "thoracic outlet syndrome neurogenic " OR "venous thoracic outlet syndrome " OR "disputed thoracic outlet syndrome " OR "true neurogenic thoracic outlet syndrome " OR "non-specific thoracic outlet syndrome " OR "pectoralis minor syndrome" OR n-tos OR tn-tos OR "true tos" OR ntos OR v-tos OR vtos OR venetos OR a-tos OR "a tos")
Diagnostic (OR)	(orthopedic OR "orthopedic test" OR "orthoepadic test" OR "orthopaedic tests" OR "orthopedic tests" OR orthopeadic OR "postural test" OR "postural tests" OR "diagnostic test" OR "diagnostic tests" OR "provocative test" OR "provocative tests" OR maneuver* OR manoeuvre* OR "maneuvers test" OR "maneuvers tests" OR diagno*)
Index test (OR)	(ROOS OR EAST OR Hyperabduction OR Wright OR Adson OR "modified Adson " OR "Halstead " OR Military OR Costoclavicular OR Eden OR Allen OR "shoulder depression " OR "elevated arm")
<b>MeSH definition in Pubmed was documented:</b> 1-Thoracic outlet syndrome 2-Cervical Rib syndrome	

Tableau I. Search strategy.

Initial search (From inception to December 2013)		
Number of database	Name of the different database	Number of articles
1	MEDLINE	966
2	CINAHL	169
3	Mantis	200
4	Scopus	654
5	Web of science	1698
6	Cochrane	1
7	Embase	1089
8	Proquest	0
9	Index of chiropractic literature	391
10	SCHOLAR	0
Search update (December 2013-Februaray 2016)		
1	MEDLINE	54
2	Mantis	8
3	Web of science	77
4	Embase	107

Tableau II. Number of citations for each database searched.

<b>Index test</b>	<b>Description</b>
<i>Adson's test</i>	30° of abduction and extension of the affected arm, head rotates on the same side. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and/or exacerbation of symptoms. Possible variations: extension of head, traction on arm, patient holds their breath.
<i>Modified Adson or Halstead's test</i>	30° of abduction and extension of the affected arm, head rotates to opposite side of affected arm. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and/or exacerbation of symptoms. Possible variations: extension of head, traction on arm, patient holds their breath.
<i>Allen's test</i>	90° abduction of the affected arm with a 90° flexion of the elbow with palm facing forward, head rotates to opposite side of affected arm. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and/or exacerbation of symptoms.
<i>ROOS or EAST test</i>	90° abduction and 90° flexion of the both arms. The patient open and closes his hands in this position for 3 minutes. The test is considered positive if the patient cannot maintain position because of increase in symptoms.
<i>Hyperabduction or Wright's test</i>	The clinician holds the patient's affected arm at different degrees of abduction while observing for decrease in the radial pulse and/or exacerbation of symptoms.
<i>Military or Costoclavicular or Eden's test</i>	Clinician brings the affected arm in extension. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and/or exacerbation of symptoms. Possible variations: traction on arm, extension or flexion of the head.
<i>Tinel sign or supraclavicular fossa pressure</i>	Clinician applies pressure in the supraclavicular fossa. Pain or increase in symptoms in this region with reproduction of symptoms will indicate a possible syndrome.

Tableau III. Description of index tests.

## Selection criteria

The primary author (DDI) screened the titles and abstracts for relevance. A second reviewer independently screened 10% (n = 160) of randomly selected articles in a blinded fashion to ensure reliability (Kappa = 0.76). The procedure was repeated for full text

eligibility, with DDI screening full text articles and the second reviewer independently screening 10% (n = 50) of randomly selected articles (Kappa = 0.79). Articles in English or French meeting the following criteria were included:

***1. Study design:***

We considered “diagnostic test accuracy studies” using the following designs: cross-sectional, cohort (retrospective or prospective), case-control studies and randomized controlled trials.

***2. Participants and Target condition:***

We considered studies assessing diagnostic accuracy of: physical examination in patients with neck and arm complaints, participants suspected of having a TOS condition and finally, these were compared with a control group.

***3. Study setting:***

We considered “diagnostic test accuracy studies” that directly compared the accuracy of one or more index tests for TOS against a reference test in the primary or secondary care settings.

***4. Index tests: (clinical tests)***

Index (clinical) tests must be described and evaluate the reproduction of symptoms and/or absence of radial pulse. Index tests considered for this review were: 1) "Adson's test" and 2) "Modified Adson's or Halstead's test", both intended to identify a compression in the interscalene triangle or costoclavicular space<sup>18, 19</sup>; 3) "Allen's test", intended to identify a compression in the interscalene triangle or costoclavicular space<sup>20</sup>; 4) "ROOS or EAST test", intended to identify any type of compression in the thoracic outlet<sup>6</sup>; 5) "Hyperabduction or Wright's test", intended to identify a compression caused by the pectoralis minor muscle<sup>21</sup>; 6) "Military or Costoclavicular or Eden's test", intended to identify a compression in the costoclavicular space<sup>22, 23</sup>; and 7) "Tinel sign or supraclavicular fossa pressure", intended to identify pain in the thoracic outlet region<sup>20</sup>. Table III presents a description of common TOS tests.

***5. Reference standards:***

We included studies for which the results of a physical examination were compared to one or more of the primary diagnostic tools: Magnetic Resonance Imaging (MRI), Computed Tomography (CT), neurography, ultrasonography, electrophysiology and angiography.

Findings from secondary diagnostic tools such as radiography and at surgery had to be combined with one or more of the primary diagnostic tools.

Articles were excluded if:

- The population was mainly pediatric patients;
- The study reported on causes of neck and arm pain not related to a TOS (e.g., infection, tumor, severe osteoarthritis, carpal tunnel syndrome, severe trauma, herniated disc syndrome or fractures), and diagnostic testing was aimed at identifying these conditions.
- A clinical diagnosis (some unknown combination of history and physical examination) was compared with the results of a reference standard.

*Outcomes:*

Measurements for the reference standards were as followed:

- MRI/CT-Scan/angiography: any type of compression of the neurovascular bundle in the thoracic outlet in neutral position and/or arm. Positive findings defined as having over 50% arterial compression (30% on CT-scan), and/or over 70% venous compression and/or loss of fat surrounding the brachial plexus.
- Doppler: Change in blood flow for the radial artery during arm position similar to an index test and/or compression of over 50% of the subclavian artery and/or over 70% for the subclavian vein during arm positioning (similar to index test).
- Neurography: Compression of the plexus in the thoracic outlet during different arm position seen on radiography following injection of the brachial plexus.
- Electrophysiology: Abnormal and/or diminished signals indicating a compression of the brachial plexus in neutral position and/or arm abduction.

*Quality Assessment and Appraisal of Reliability:*

We used the QUADAS-2 tool to assess the methodological quality of diagnostic accuracy studies<sup>24</sup>, and the Quality Appraisal of Reliability Studies (QAREL) checklist to assess diagnostic reliability of the eligible studies that had a high to unclear risk of bias<sup>25</sup>.

## **Data Extraction**

The lead author (DDI) independently extracted the data. Findings were verified by a second reviewer (BA) and any discrepancies resolved by consensus. Missing data were

requested from study authors if necessary. Sensitivity, specificity, true positive, false positive, true negative and false negative were extracted from eligible studies.

## **Data Synthesis and Analysis**

A qualitative synthesis of the scientifically admissible studies was performed according to principles of best evidence synthesis<sup>26, 27</sup>. Thus, only high quality studies with low or unclear risk of bias were eligible for analysis<sup>24, 26</sup>. Meta-analyses were not performed due to high heterogeneity of admissible studies and use of different comparators.



# Results

## Study identification

A total of 3932 articles were retrieved. After removal of duplicates, 1767 articles were screened for titles and abstract leaving 494 articles for full text review. Ten articles met the eligibility criteria and were assessed for risk of bias (Figure 12).

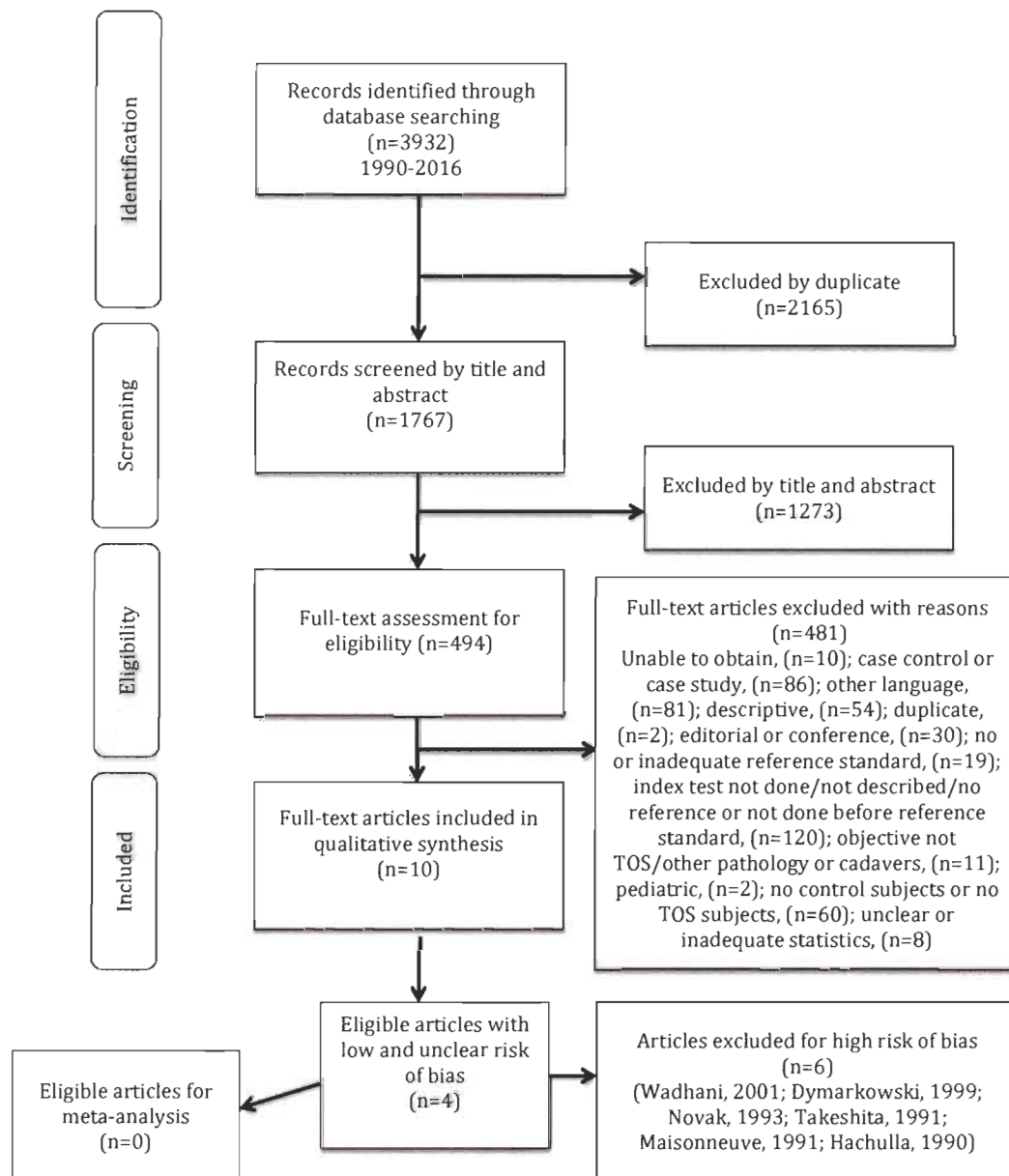


Figure 12. Flow chart systematic review PRISMA.

## Risk of Bias Assessment

Results from the QUADAS-2 methodological appraisal are shown in Figures 13-14. Out of the ten eligible articles, one study Demirbag 2007, had a low risk of bias (i.e., best overall quality)<sup>28</sup>, three studies (Demondion 2006, Demondion 2003 and Panegyres 1993) had unclear risk of bias<sup>29-31</sup>, and six studies had high risk of bias<sup>32-37</sup>. The QUADAS-2 evaluates two dimensions: risk of bias and applicability concerns. The most common high risk of biases were in decreasing order: Patient Selection<sup>32, 33, 36, 37</sup>; Flow and Timing<sup>34, 35</sup> and Reference Standard<sup>37</sup>. Risk of bias for Patient Selection, Index Test and Reference Standard were unclear for half (5/10) of eligible studies. The applicability concerns regarding Patient Selection (i.e., included patients do not match the review question) was unclear for the majority of the studies<sup>29-31, 33, 34, 36, 37</sup>.

	Risk of Bias				Applicability Concerns		
	Patient Selection	Index Test	Reference Standard	Flow and Timing	Patient Selection	Index Test	Reference Standard
CB. Novak 1993	+	+	?	-	+	+	?
D. Demirbag 2007	+	+	+	+	+	+	+
E. Hachulla 1990	-	?	?	+	-	+	?
H. Maisonneuve 1991	+	+	+	-	?	+	?
M. Takeshita 1991	-	?	?	+	?	?	+
PK. Pangegyres 1993	?	?	+	+	?	?	+
R. Wadhani 2001	-	?	-	?	?	+	+
S. Demarkowski 1999	-	?	?	+	+	+	?
X. Demondion 2003	?	+	+	+	?	+	+
X. Demondion 2006	?	?	?	+	?	?	+

- High	? Unclear	+ Low
--------	-----------	-------

Figure 13. Risk of bias and applicability concerns summary: review authors' judgements about each domain for each included study QUADAS-2.

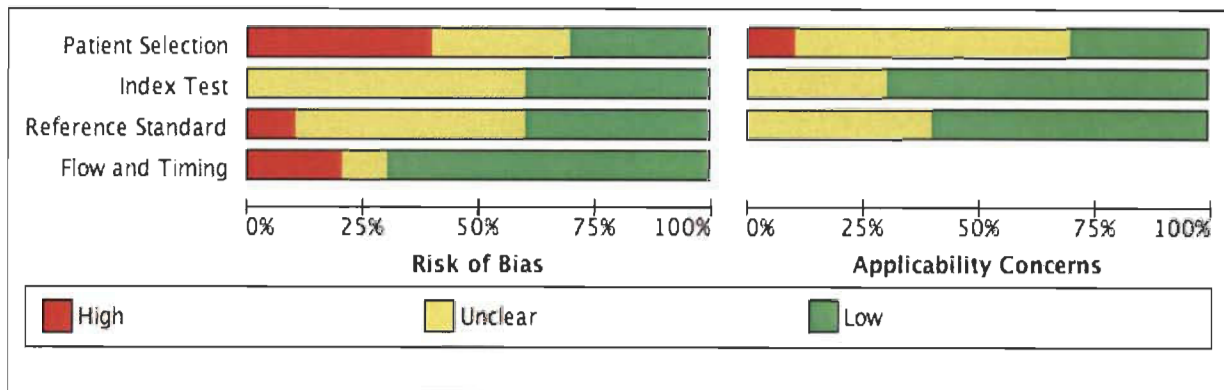


Figure 14. Risk of bias and applicability concerns graph: review authors' judgements about each domain presented as percentages across included studies QUADAS-2.

We used the QAREL checklist<sup>25</sup> to assess diagnostic reliability of the four articles that score a low to unclear risk of bias (Table IV). Demirbag 2007 was found to have a high quality diagnostic reliability study<sup>28</sup>, Demondion 2003 and Panegyres 1993 had an unclear quality (sampling of subjects and blinded raters)<sup>29, 31</sup>, while Demondion 2006 had a low quality reliability score due to non-blinded rater items<sup>30</sup>.

Study	QAREL item											Quality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
D.Demirbag (2007)	YES	YES	YES	N/A	YES	YES	YES	UNC	UNC	YES	NO	GOOD
X.Demondion (2006)	UNC	YES	NO	N/A	NO	UNC	NO	NO	UNC	YES	NO	LOW
X.Demondion (2003)	UNC	UNC	UNC	N/A	YES	UNC	UNC	UNC	YES	UNC	NO	UNCLEAR
PK Panegyres (1993)	UNC	YES	UNC	N/A	YES	UNC	UNC	UNC	UNC	UNC	NO	UNCLEAR

Tableau IV. Results from Quality Appraisal for Reliability Studies (QAREL) checklist. Abbreviation: Unclear (UNC); Not applicable (N/A)

QAREL items:

1. Was the test evaluated in a sample of subjects who were representative of those to whom the authors intended the results to be applied?

2. Was the test performed by raters who were representative of those to whom the authors intended the results to be applied?
3. Were raters blinded to the findings of the other raters during the study?
4. Were raters blinded to the clinical information that was not intended to be provided as part of the testing procedure or study design?
5. Were raters blinded to the results of the accepted reference standard or disease status for the target disorder (or variable) being evaluated?
6. Were raters blinded to clinical information that was not intended to be provided as part of the testing procedure or study design?
7. Were raters blinded to additional cues that were not part of the test?
8. Was the order of examination varied?
9. Was the stability (or theoretical stability) of the variable being measured taken into account when determining the suitability of the time-interval between repeated measures?
10. Was the test applied correctly and interpreted appropriately?
11. Were appropriate statistical measures of agreement used?

## **Data Synthesis and Analysis**

Characteristics of eligible studies are presented in Table V. Out of the ten eligible articles, only four studies: Demirbag 2007, Demondion 2006, Demondion 2003 and Panegyres 1993, were deemed scientifically admissible for inclusion in the data synthesis<sup>28-31</sup>. The remaining six articles were excluded from final analysis due to poor-quality evidence<sup>24, 26, 27</sup>. Only one study Demirbag 2007 reported a positive ROOS index test for all patients and a negative ROOS for all controls at baseline. Among the four admissible studies, none of the articles compared the same index test with a positive result for all their patients. For Demondion 2006 and Demondion 2003, the criteria for patient selection was that 2 positive tests out of 4 or 5 index tests was acceptable for inclusion, but it was not specified which one of those tests were positive. In the same two articles, there was no data on the positive or negative findings of index tests for the control group.

#	Author	Study design	TOS patients	Controls	Index test	Reference Standard	Risk of bias
1	D.Demirbağ (2007)	Prospective non-randomized control trial study	29 disputed TOS	12 unilateral	ROOS/Wright /Adson/Costoclavicular	MRI neutral/130°	Low
2	X.Demondion (2006)	Prospective non-randomized control trial study	28 arterial TOS	44 bilateral	ROOS/Wright /Adson/ Costoclavicular	Ultrasound neutral/90°/130°/170° and MRI neutral/130°	Unclear
3	X.Demondion (2003)	Prospective non-randomized control trial study	54 all types of TOS	35 bilateral	ROOS/Wright /Adson/ Costoclavicular /Tinel	MRI neutral/130°	Unclear
4	R.Wadhvani (2001)	Retrospective cross-sectional study	5 TOS not specified but seems arterial	5 unilateral	Wright/Adson	Ultrasound neutral/90°/120°/180° and angiography	High
5	S. Dymarkowski (1999)	Retrospective cross-sectional study	5 vascular TOS	2	Wright/Adson / Military	3D MRI angiography	High
6	PK Panegyres (1993)	Prospective non-randomized control trial study	20 neurological TOS	10 healthy for MRI comparison / 10 cervical trauma for XR comparison	Wright/Adson /Tinel	MRI neutral, Radiography, electrodiagnostic	Unclear
7	CB Novak (1993)	Retrospective cross-sectional study	50 all types of TOS (58 TOS sides)	42 healthy sides of patients	Wright/Tinel	CT scan, radiography and electrodiagnostic	High
8	H.Maisonneuve (1991)	Retrospective cross-sectional study	104 all types of TOS (65 SX sides)	43 healthy sides of patients and 412 control subjects presenting signs of Raynaud	ROOS/Allen	Ultrasound, electromyography and electrodiagnostic	High
9	M.Takeshita (1991)	Retrospective cross-sectional study	180 neurological TOS	30 with cervical symptoms	Wright/Adson / Costoclavicular	Neurography	High
10	E.Hachulla (1990)	Retrospective cross-sectional study	22 subjects supposedly healthy with a presentation of all types of TOS	73 healthy subjects	ROOS/Wright /Adson/Halstead/Allen	Ultrasound and radiography	High

Tableau V. Characteristics of eligible studies.

## **Descriptions of the four eligible articles**

### *1. Demirbag 2007*

Demirbag (2007) aimed to investigate changes in MRI findings in neutral and provocative positions, and to examine the relationship between these differences and the results of physical examination tests in patients with TOS. The patient group (29 TOS: 23 women, 6 men; mean age was  $41.3 \pm 8.3$  years) was compared to healthy volunteers ( $n=12$  controls: 10 women, 2 men; mean age was  $46.2 \pm 7.7$  years). To be eligible, the ROOS stress test performed on all patients had to reproduce symptoms on both arms, while controls had to have a negative ROOS test bilaterally. Findings (presence/absence of radial pulse) were recorded for all subjects. A medical specialist performed in a blinded fashion three provocative tests (Adson, Military Costoclavicular, Hyperabduction) on all subjects. MRIs were performed in a supine position with both arms in adduction (neutral) and then a second sequence was done in provocative positions with both arms above head ( $130^\circ$  arm abduction and  $130^\circ$  flexion of elbow).

Significant differences in MRI findings were found between the neutral and provocative position in the patient group only ( $P > 0.05$ ), and in the positional change values between the patient and the control group ( $P > 0.05$ ). When only considering absence of pulse during provocative maneuvers, only the Military Costoclavicular test had a significant between groups difference, with half of the patient group testing positive on the Military test compared to less than 10% in the control group ( $P = 0.01$ ). Interestingly, a statistically significant difference was found in the minimum costoclavicular distance between patients with a positive Military test and a negative Military test ( $P > 0.05$ ) on MRI.

Overall, for the provocative position, the patient group showed 22.9% arterial, 52.3% venous and 12.1% nervous compression. In contrast, the control group showed 1.4% arterial and 41.7% venous compression. The highest sensitivity (Sn) and specificity (Sp) for neurovascular compressions were found in the costoclavicular region during provocative position on MRI (arterial Sn = 50% and Sp = 95.8%, venous Sn = 62.1% and Sp = 58.3%, nervous Sn = 31% and Sp = 100%).

## *2. Demondion 2003*

A second study by Demondion (2003) aimed to compare the dynamic modifications of the thoracic outlet to assess the presence and location of vasculonervous compressions using the MRI. The patient group (n=54 TOS: 8 men, 46 women; mean age of 39 years) presented neurological, arterial or venous symptoms. The control group (n=35 healthy volunteers: 10 men, 25 women; mean age of 36 years) had no symptoms in any arm position. All patients were evaluated using provocative clinical tests (Adson, ROOS, Wright, Costoclavicular, Tinel). Patients were included if they had 2/5 positive clinical tests reproducing their symptoms. There is no mention of any absence of radial pulse and it is unclear if volunteers also underwent these clinical tests. MRIs were done in supine position arm alongside the body and at 130° abduction, unilaterally for patients and bilaterally for volunteers.

Vascular or nervous compression was found on MRI for 81.5% (44/54) of patients. However, true negative and false negative values were not provided for volunteers. TOS patients had a smaller costoclavicular distance in provocative position ( $P < 0.001$ ), a thicker subclavius muscle in both arm position ( $P < 0.001$ ) and a wider retropectoralis minor space in provocative position ( $P < 0.001$ ) than did the controls. Venous compression was frequently demonstrated in the three compartments of the thoracic outlet in both groups. Arterial and nervous compressions were seen in 72% and 7% of patients, none were seen in the controls. Neurovascular compressions were mostly observed in the costoclavicular space, then the interscalene triangle, and last, the retropectoralis minor space.

## *3. Demondion 2006*

A third study by Demondion (2006) aimed to evaluate the usefulness of power Doppler ultrasonography in association with B-mode imaging in the assessment of subclavian and axillary arterial cross-sectional areas during upper limb elevation in patients with clinical suggestion of arterial TOS. The patient group (28 arterial TOS: 9 men, 19 women; mean age of  $32.9 \pm 8.3$  years) was compared with healthy controls (n=44 volunteers: 10 men, 34 women; mean age of  $28.6 \pm 9.4$  years). One clinician examined all subjects. No detail was provided regarding the study time frame and patient selection at the hospital. To be included, patients had to have 2/4 positive clinical tests (Adson, Hyperabduction, ROOS and Costoclavicular) defined as having arterial symptoms and disappearance of radial pulse simultaneously. Unfortunately, results provided did not allow the authors to determine which of the tests was



positive. Furthermore, only the absence of positive dynamic tests was reported for the control group. In a non-blinded fashion, a second operator examined all subjects with the Doppler to assess the subclavian artery in three different compartments (interscalene triangle, costoclavicular space and retropectoralis minor space) with arm alongside the body at 900, 1300 and 1700 of abduction. Patients were evaluated on the symptomatic side only while controls were evaluated bilaterally.

Most of the compression occurred during abduction in the costoclavicular space when comparing patients and volunteers ( $P < 0.01$ ). Authors conclude that 1300 abduction arm test best discriminated between the two groups. All patients had substantial arterial stenosis ( $>50\%$ ) at  $130^\circ$  and at  $170^\circ$  abduction. Seven of 19 patients (9 excluded due to refusal, contraindication or poor quality imaging) undergoing MRI examination of the thoracic outlet did not have any arterial stenosis using this technique. Sensitivity and specificity in the costoclavicular space at  $130^\circ$  abduction were respectively  $78\% \pm 24$  and  $80\% \pm 16$ .

#### *4. Panegyres 1993*

A fourth study by Panegyres (1993) aimed to determine whether MRI could demonstrate compression or distortion of the brachial plexus or of the adjacent blood vessels; and whether MRI could demonstrate cervical ribs or other structures responsible for deviating the brachial plexus in neurological forms of TOS. The patient group (20 neurological TOS: 10 men, 10 women; age range: 26-62 years; mean age of  $42.5 \pm 6$  years) was compared to two control groups ( $n=10$  healthy volunteers undergoing MRI studies bilaterally and  $n=10$  subjects with post traumatic cervical spine radiography to assess the integrity of C7 transvers processes). No additional information was provided for the control groups. Four patients were bilaterally affected and the asymptomatic side was evaluated for some index tests. Patients were referred and included based on various clinical suspicions: ulnar nerve sensory disturbance and thenar muscle weakness or wasting, or patients with various combinations of other features like pain, weakness or discoloration of hand. Clinical tests included Tinel, Adson, and Hyperabduction tests. While Tinel was performed during patient selection, we have no information on when Adson and Hyperabduction tests were performed. Positive findings for Adson and Hyperabduction were obliteration of pulse, while for Tinel's test, positive finding was a reproduction of pain and paraesthesia in the supraclavicular fossa. MRI position was not described. For the index tests, Adson was positive in 4 affected sides and 2



asymptomatic sides among the 20 patients. Hyperabduction was positive for 6 affected sides and 1 asymptomatic side. Tinel was positive for all 20 patients and 1/30 controls (10 bilateral healthy volunteers and 10 cervical post-trauma volunteers), while the asymptomatic side of patients was negative. It is unclear if the Adson and Hyperabduction index tests were performed within the control group.

The combined results of all patients showed brachial plexus deviation on MRI in 19/24 symptomatic sides. For the control group, there was an absence of distortion in 14/16 asymptomatic sides on MRI. Authors report a Sn of 79%, a Sp of 87.5% and false positive rates of 9.5%.

## Discussion

### Summary of results

Of the 1767 retrieved articles from the 10 databases, only ten articles were eligible for quality assessment using QUADAS-2. One low risk of bias<sup>28</sup> and three unclear risk of bias studies<sup>29-31</sup> were deemed scientifically admissible. ROOS, Military Costoclavicular, Tinel and Hyperabduction tests were the main index tests used in the included studies. MRI was the main reference standard in three studies<sup>28, 29, 31</sup>. Neurovascular compression was more common in the costoclavicular space during provocative MRI in two of the four studies<sup>28, 29</sup>, however, venous compression was frequently observed in all three thoracic outlet regions in the healthy group. Results from one study using a Doppler suggested that most arterial compressions occur in the costoclavicular space at 130° abduction<sup>30</sup>. However, of the 19 patients with a diagnosis of subclavian artery stenosis on Doppler, seven had a normal subclavian artery on MRI. Thus, MRI seems to be the reference standard of choice to confirm a diagnosis of TOS since it can evaluate the neurovascular bundle of the thoracic outlet in different arm positions.

As different index tests were used across studies and none of the included studies combined index tests when comparing with a gold standard, we cannot conclude which of the index tests has the highest diagnostic accuracy. Nonetheless, Demirbag (2007) found that both ROOS and Military Costoclavicular tests had acceptable sensitivity (Sn) and specificity (Sp)<sup>28</sup>.

Although abduction of the arm was used as a provocative position during MRI and Doppler in three studies<sup>28-30</sup>, the Sn and Sp values for the Hyperabduction clinical test were low in two studies<sup>28, 31</sup>. In addition, the diagnosis of 'Venous TOS' appears to have low validity as venous compression was frequently observed in healthy volunteers during provocative position on MRI. Finally, arterial compression was more frequent in the provocative position<sup>28, 29</sup> when considering the percentage of nervous and arterial compression on MRI for any types of TOS presentation.

## **Recommendations for practice**

Results suggest that practitioners evaluating patients with TOS presentation should consider prescribing MRIs during provocative positioning to confirm a diagnosis of a TOS, while keeping in mind the high false positive rate of venous compression in asymptomatic populations. Using MRI in a provocative position as a reference standard for TOS diagnosis may enlighten our knowledge on its real etiology ('Neurogenic TOS', 'Arterial TOS', 'venal TOS' or 'non-specific TOS'). These findings may help understand the real distribution amongst the TOS population. However, due to lack of homogeneity across studies regarding the use of index tests, it is hazardous to recommend using one index test over another at this time.

## **Recommendations for research**

Few articles met our eligibility criteria and the overall methodological quality of included studies was low. Researchers are encouraged to use validated checklists for assessing risk of bias such as the QUADAS-2<sup>24</sup> or the Scottish Intercollegiate Guideline Network (SIGN)<sup>13</sup>. Following the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy<sup>38</sup> may ensure all important steps are considered when designing diagnostic accuracy studies. Well-designed studies using similar index tests and reference standards to compare TOS patients with asymptomatic subjects are needed to allow pooling of data in meta-analyses. This will improve our understanding of the validity of index tests and possibly establish a gold standard for the diagnosis of TOS. In light of the complexity of the task at hand, experts in anatomy, pathophysiology and clinical biomechanics should be consulted when planning such studies. Lastly, reporting guidelines such as the STARD checklist<sup>39</sup> or CONSORT<sup>40</sup> should be used.

## **Study limitations**

To our knowledge, this is the first diagnostic accuracy review of clinical tests on TOS. A comprehensive literature search was conducted in 10 databases and two validated tools were used to assess methodological quality and the appraisal reliability of included studies<sup>24, 25</sup>. In addition, we conducted a qualitative synthesis of the scientifically admissible studies

according to principles of best evidence synthesis<sup>24, 26, 27</sup>, providing more robust results. Nonetheless, our study has several limitations. First, only the lead author independently extracted the data and a second reviewer verified findings. Second, by including only articles in English or French, we may have missed potentially relevant articles. Finally, predictive values, likelihood ratios and ROC curves could not be estimated due to poor reporting of included studies.

## **Conclusions**

This systematic review evaluates the diagnostic accuracy of clinical tests commonly used to diagnose a thoracic outlet syndrome. We cannot conclude at this time which of the index tests has the highest diagnostic accuracy. The overall methodological quality of included studies was low. Future studies should aim to use established criteria's to help determine the validity of clinical tests for diagnosing patients with TOS.

## References

1. Peet RM, Henriksen JD, Anderson T, Martin GM. Thoracic-outlet syndrome: evaluation of a therapeutic exercise program. Proceedings of the Proceedings of the staff meetings Mayo Clinic; 1956.
2. Povlsen B, Belzberg A, Hansson T, Dorsi M. Treatment for thoracic outlet syndrome. The Cochrane database of systematic reviews 2010(1):CD007218.
3. Ranasinghe P, Perera YS, Lamabadusuriya DA, Kulatunga S, Jayawardana N, Rajapakse S et al. Work related complaints of neck, shoulder and arm among computer office workers: a cross-sectional evaluation of prevalence and risk factors in a developing country. Environ Health 2011;10(1):70.
4. Wilbourn AJ. The thoracic outlet syndrome is overdiagnosed. Archives of Neurology 1990;47(3):328-30.
5. Edwards DP, Mulkern E, Raja AN, Barker P. Trans-axillary first rib excision for thoracic outlet syndrome. Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh 1999;44(6):362-5.
6. Roos DB. Congenital anomalies associated with thoracic outlet syndrome: anatomy, symptoms, diagnosis, and treatment. The American Journal of Surgery 1976;132(6):771-8.
7. Roos DB. New concepts of thoracic outlet syndrome that explain etiology, symptoms, diagnosis, and treatment. Vascular and Endovascular Surgery 1979;13(5):313-21.
8. Roos DB. The place for scalenectomy and first-rib resection in thoracic outlet syndrome. Surgery 1982;92(6):1077-85.
9. Juvonen T, Satta J, Laitala P, Luukkonen K, Nissinen J. Anomalies at the thoracic outlet are frequent in the general population. The American journal of surgery 1995;170(1):33-7.
10. Bongers PM, Ijmker S, van den Heuvel S, Blatter BM. Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective

interventions from a bio behavioural perspective (part II). *Journal of occupational rehabilitation* 2006;16(3):279-302.

11. Côté P, van der Velde G, Cassidy JD, Carroll LJ, Hogg-Johnson S, Holm LW et al. The burden and determinants of neck pain in workers. *European Spine Journal* 2008;17(1):60-74.

12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine* 2009;151(4):264-9.

13. Whiting P, Rutjes AW, Reitsma JB, Bossuyt PM, Kleijnen J. The development of QUADAS: a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. *BMC medical research methodology* 2003;3(1):1.

14. Filler AG. The history, development and impact of computed imaging in neurological diagnosis and neurosurgery: CT, MRI, and DTI. *Nature Precedings* 2009;7(1):1-69.

15. Grimshaw JM, Russell IT. Effect of clinical guidelines on medical practice: a systematic review of rigorous evaluations. *The Lancet* 1993;342(8883):1317-22.

16. Barfuss H, Fischer H, Hentschel D, Ladebeck R, Oppelt A, Wittig R et al. In vivo magnetic resonance imaging and spectroscopy of humans with a 4 t whole-body magnet. *NMR in Biomedicine* 1990;3(1):31-45.

17. Mallard JR. The evolution of medical imaging: from Geiger counters to MRI--a personal saga. *Perspectives in biology and medicine* 2003;46(3):349-70.

18. Adson AW, Coffey JR. Cervical Rib: A Method of Anterior Approach for Relief of Symptoms by Division of the Scalenus Anticus. *Annals of surgery* 1927;85(6):839-57.

19. Halsted W. An experimental study of circumscribed dilation of an artery immediately distal to a partially occluding band, and its bearing on the dilation of the subclavian artery observed in certain cases of cervical rib. *The Journal of experimental medicine* 1916;24(3):271.

20. Bussières A. Compendium de l'examen physique: une évaluation de l'état général et du système neuro-musculo-squelettique. Puq; 2008.

21. Wright IS. The neurovascular syndrome produced by hyperabduction of the arms: the immediate changes produced in 150 normal controls, and the effects on some persons of prolonged hyperabduction of the arms, as in sleeping, and in certain occupations. *American Heart Journal* 1945;29(1):1-19.
22. Eden KC. The vascular complications of cervical ribs and first thoracic rib abnormalities. *British Journal of Surgery* 1939;27(105):111-39.
23. Falconer M, Weddell G. Costoclavicular compression of the subclavian artery and vein: relation to the scalenus anticus syndrome. *The Lancet* 1943;242(6270):539-44.
24. Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med* 2011;155(8):529-36.
25. Lucas NP, Macaskill P, Irwig L, Bogduk N. The development of a quality appraisal tool for studies of diagnostic reliability (QAREL). *Journal of clinical epidemiology* 2010;63(8):854-61.
26. Slavin RE. Best evidence synthesis: an intelligent alternative to meta-analysis. *Journal of clinical epidemiology* 1995;48(1):9-18.
27. Deeks JJ, Higgins J, Altman DG. Analysing data and undertaking meta-analyses. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions: Cochrane book series* 2008:243-96.
28. Demirbag D, Unlu E, Ozdemir F, Genchellac H, Temizoz O, Ozdemir H et al. The relationship between magnetic resonance imaging findings and postural maneuver and physical examination tests in patients with thoracic outlet syndrome: results of a double-blind, controlled study. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2007;88(7):844-51.
29. Demondion X, Bacqueville E, Paul C, Duquesnoy B, Hachulla E, Cotten A. Thoracic Outlet: Assessment with MR Imaging in Asymptomatic and Symptomatic Populations 1. *Radiology* 2003;227(2):461-8.
30. Demondion X, Vidal C, Herbinet P, Gautier C, Duquesnoy B, Cotten A. Ultrasonographic assessment of arterial cross-sectional area in the thoracic outlet on postural

maneuvers measured with power Doppler ultrasonography in both asymptomatic and symptomatic populations. *Journal of ultrasound in medicine* 2006;25(2):217-24.

31. Panegyres PK, Moore N, Gibson R, Rushworth G, Donaghy M. Thoracic outlet syndromes and magnetic resonance imaging. *Brain* 1993;116(4):823-41.

32. Dymarkowski S, Bosmans H, Marchal G, Bogaert J. Three-dimensional MR angiography in the evaluation of thoracic outlet syndrome. *AJR American journal of roentgenology* 1999;173(4):1005-8.

33. Hachulla E, Camilleri G, Fournier C, Vinckier L. Étude clinique, vélocimétrique et radiologique de la traversée thoraco-brachiale chez 95 sujets témoins: limites physiologiques et incidences pratiques. *La Revue de médecine interne* 1990;11(1):19-24.

34. Maisonneuve H, Planchon B, De Faucal P, Mussini J, Patra P. Les manifestations vasculaires du syndrome de la traversée cervico thoracique: étude prospective de 104 patients. *Journal des maladies vasculaires* 1991;16(3):220-5.

35. Novak CB, Mackinnon SE, Patterson GA. Evaluation of patients with thoracic outlet syndrome. *The Journal of hand surgery* 1993;18(2):292-9.

36. Takeshita M, Minamikawa H, Iwamoto H, Takagishi N. Neurography of the brachial plexus in the thoracic outlet syndrome. *International orthopaedics* 1991;15(1):1-5.

37. Wadhvani R, Chaubal N, Sukthankar R, Shroff M, Agarwala S. Color Doppler and duplex sonography in 5 patients with thoracic outlet syndrome. *Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine* 2001;20(7):795-801.

38. Higgins JP, Green S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Wiley Online Library; 2008.

39. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM et al. Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative. *Family practice* 2004;21(1):4-10.

40. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC medicine* 2010;8(1):1.



## Discussion

En résumé, des 1767 articles recueillis dans les 10 bases de données, seulement 10 articles étaient éligibles pour l'analyse qualitative avec le QUADAS-2. De cette analyse, seul un article présente un risque faible de biais (Demirbag et al., 2007) tandis que pour trois autres articles le risque de biais ne peut être défini (Demondion et al., 2003; Demondion et al., 2006; Panegyres, Moore, Gibson, Rushworth, & Donaghy, 1993). Ce risque de biais inconnu s'obtient lorsqu'il est impossible pour l'évaluateur de trouver dans l'article la réponse à une ou plusieurs questions, telles : « Est-ce que les sujets ont été recruté de façon aléatoire ou après une sélection? Est-ce que l'auteur a évité des exclusions inappropriées ? ». Un nombre trop élevé de réponse inconnue pour un même article nous indique un risque de biais potentiellement élevé (P. Whiting, Rutjes, Reitsma, Bossuyt, & Kleijnen, 2003; P. F. Whiting et al., 2011). Des articles retenus dans notre revue systématique, aucun ne comparait le même test orthopédique avec le même outil diagnostique, nous n'avons donc pas pu effectuer de méta-analyse. De cette faible banque d'articles de qualité, il était impossible de conclure sur la validité des tests orthopédiques pour diagnostiquer un syndrome du défilé thoracique. Malgré tout, nous pouvons quand même retenir les quatre tests orthopédiques qui ont fait l'objet de ces études : ROOS, Costoclaviculaire, Hyperabduction et Tinel. L'article de qualité (Demirbag et al., 2007), affirme que les tests de ROOS et Costoclaviculaire avaient le meilleur taux acceptable de sensibilité et de spécificité. Les outils diagnostiques de référence employés étaient l'IRM et l'écho-doppler. L'outil diagnostique de choix pour identifier des compressions neuro-vasculaires était l'IRM avec le bras du sujet positionné en abduction. Deux points intéressants sont à mentionner lors de l'analyse des quatre articles. Premièrement, une compression veineuse était fréquemment observable chez les sujets sains lors de l'IRM en abduction (faux positifs), ce qui remet le pourcentage de vrai cas de SDT veineux en cause. Deuxièmement, le nombre de sujets présentant une compression artérielle était beaucoup plus grand que ceux ayant une compression nerveuse et ce, chez des sujets SDT tous types confondus. Lors de la revue systématique, nous avons constaté de nombreuses variations dans l'exécution des tests orthopédiques pour le diagnostic du SDT en plus d'un grand nombre

d'articles qui ne faisaient que nommer un test sans description ni référence à l'appui. De plus, nous avons lu des articles utilisant le nom d'un test orthopédique mais dont la description était celle d'un autre test. Prenons l'exemple de Demirbag 2007, l'article est de qualité mais l'auteur emploie le terme «Halsted» (*sic*) avec la description du test Costoclaviculaire (Demirbag et al., 2007). Il est donc important d'établir des critères diagnostics, de nommer et définir chaque test orthopédique de manière adéquate et d'évaluer leur validité afin d'améliorer le diagnostic du SDT.

## **Chapitre 3**

# **La validité des tests orthopédiques et le syndrome du défilé thoracique**

## **Introduction à la problématique**

Les conclusions de la revue systématique de la littérature démontrent bien la pertinence de réaliser un projet de recherche clinique dont l'objectif est de vérifier la validité des tests orthopédiques utilisés pour diagnostiquer un SDT. Les tests qui nous intéressent sont : Adson, Halstead, Wright, Allen, costoclaviculaire et ROOS. La validité d'un test est définie par sa sensibilité et sa spécificité. Dans une population ciblée, la sensibilité d'un test mesure sa capacité à identifier le nombre de personne vraiment atteint par la maladie. Donc, la probabilité que le test identifiera correctement un cas représente les vrais positifs. À l'opposé, la spécificité mesure la capacité d'un test à être négatif chez une personne n'étant pas affecté dans cette même population. Donc, la probabilité que le test identifiera correctement une personne n'étant pas atteint de la maladie représente les vrais négatifs. En d'autre terme, il ne devrait ni manquer des cas, ni classifier des personnes en santé comme étant malades (Haneline, 2006) (voir tableau VI).

	La personne est atteinte de la maladie	La personne n'est pas atteinte de la maladie	
Le résultat du test est positif	Vrai Positif (VP)	Faux positif (FP)	Valeur prédictive positive : $VP/(VP+FP)$
Le résultat du test est négatif	Faux négatif (FN)	Vrai négatif (VN)	Valeur prédictive négative : $VN/(VN+FN)$
	Sensibilité : $VP/(VP+FN)$	Spécificité : $VN/(VN+FP)$	

Tableau VI. Explication de la validité d'un test à identifier une personne atteinte ou non correctement.

Pour la plupart de nos tests orthopédiques, à l'exception de ROOS, nous avons deux variables à évaluer pour affirmer que le test est positif chez un individu suspecté d'avoir un SDT. Il y a la reproduction des signes et symptômes ainsi que la diminution ou l'absence du pouls radial. Puisque la majorité de ces tests prennent en considération la diminution ou l'absence du pouls radial, nous étions à la recherche d'un outil diagnostique peu coûteux et non invasif nous permettant d'évaluer le débit sanguin. Il était pertinent d'étudier le changement hémodynamique pendant l'exécution d'un test orthopédique afin de déterminer à quel moment durant le test, il y a une possible compression artérielle. Notre choix s'est donc arrêté sur l'échographie-doppler.

## La machine à échographie doppler

L'échographie-doppler ou écho-doppler est une technique d'imagerie médicale en deux ou trois dimensions qui permet une étude morphologique et hémodynamique de façon non-invasive. L'appareil est constitué d'un échographe classique couplé à une sonde Doppler. L'échographie permet la visualisation des tissus mous, des organes et des structures

vasculaires grâce à des ondes acoustiques. La sonde est habituellement formée de cristaux piézoélectriques qui, lorsque soumis à des impulsions électriques, vibrent et génèrent des ultrasons. Jumelé à l'effet doppler, il est également possible de quantifier les vitesses circulatoires des vaisseaux. Les globules rouges du sang deviennent donc la cible des ultrasons. Comme ils sont en mouvement, la vitesse des globules rouges est calculée par la variation entre la fréquence de l'onde émise et la fréquence de l'onde reçue (Dauzat et al.; Schäberle & Herwig, 2005). En règle générale, le signal doppler est optimal à un angle de 30° à 60° pour les vaisseaux superficiels (Bhargava, 2010). Il existe différents modes de représentation des signaux recueillis afin d'optimiser l'image, nous en verrons quatre. Pour commencer, il y a le mode doppler qui se divise en deux : le doppler continu qui traduit le flux sanguin par un bruit et contient deux cristaux piézoélectriques et le doppler pulsé PW « power wave » qui traduit la vitesse et permet la discrimination en profondeur grâce à un seul cristal. Le mode B est une image bidimensionnelle des structures et représente une coupe de l'organe étudié selon la position de la sonde. Le mode M « mouvement » ou duplex utilise une haute fréquence afin d'avoir une image en mouvement, qui résulte d'une combinaison du doppler pulsé et du mode B. Finalement, le mode CF « color flow » ou triplex ajoute au mode M de la couleur au flux sanguin des vaisseaux; la couleur rouge pour les flux qui s'approchent de la sonde et la couleur bleue pour les flux qui s'en éloignent (Deklunder, Dauzat, Boivin, & Sédiri, 2004; Mehra, 2010).

L'une des manières de calculer la vitesse du flux sanguin est le pic de vélocité systolique (PVS), dont la normale pour le membre supérieur distal varie entre 40-60 cm/s (Dargon & Moneta, 2012). On se rappelle que le cycle cardiaque se divise en trois étapes majeures : la systole auriculaire (compression des oreillettes et remplissage actif des ventricules), la systole ventriculaire (contraction des ventricules et expulsion du sang vers le système circulatoire) et la diastole (relaxation et remplissage passif des ventricules - la diastole auriculaire est plus courte et simultanée à la systole ventriculaire). En utilisant le doppler à émission pulsée, le flux sanguin artériel distal se traduit par une modulation triphasique à haute vélocité pulsatile (Deklunder et al., 2004; Mehra, 2010) (voir figures 15 et 16). Elle est composée d'une onde systolique étroite avec un pic systolique maximal, suivie d'une petite onde de « rebond » inversée pour la phase pré-diastolique et finalement une petite onde pour la

phase diastolique. Cette modulation triphasique avec un léger reflux sanguin (l'onde inversée pré-diastolique) est due à la résistance périphérique élevée des artères distales mais elle n'est pas toujours présente (Deklunder et al., 2004).

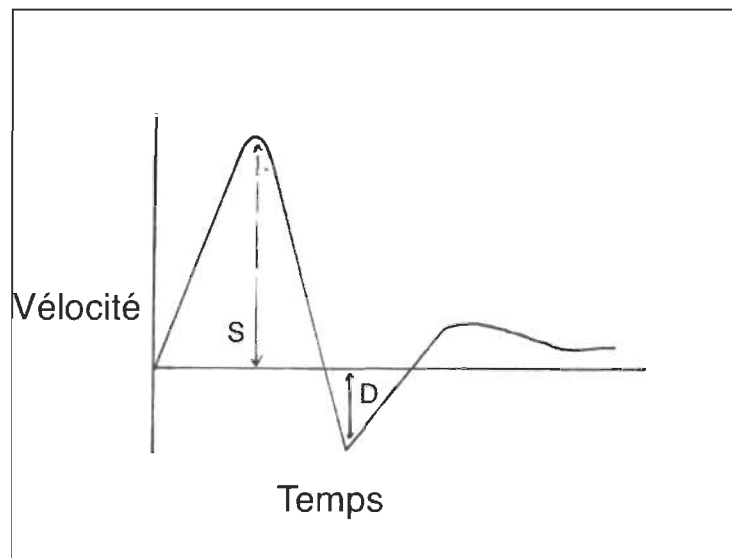


Figure 15. Modulation triphasique normale d'une artère distale. S : Onde systolique ;  
D : Onde diastolique.

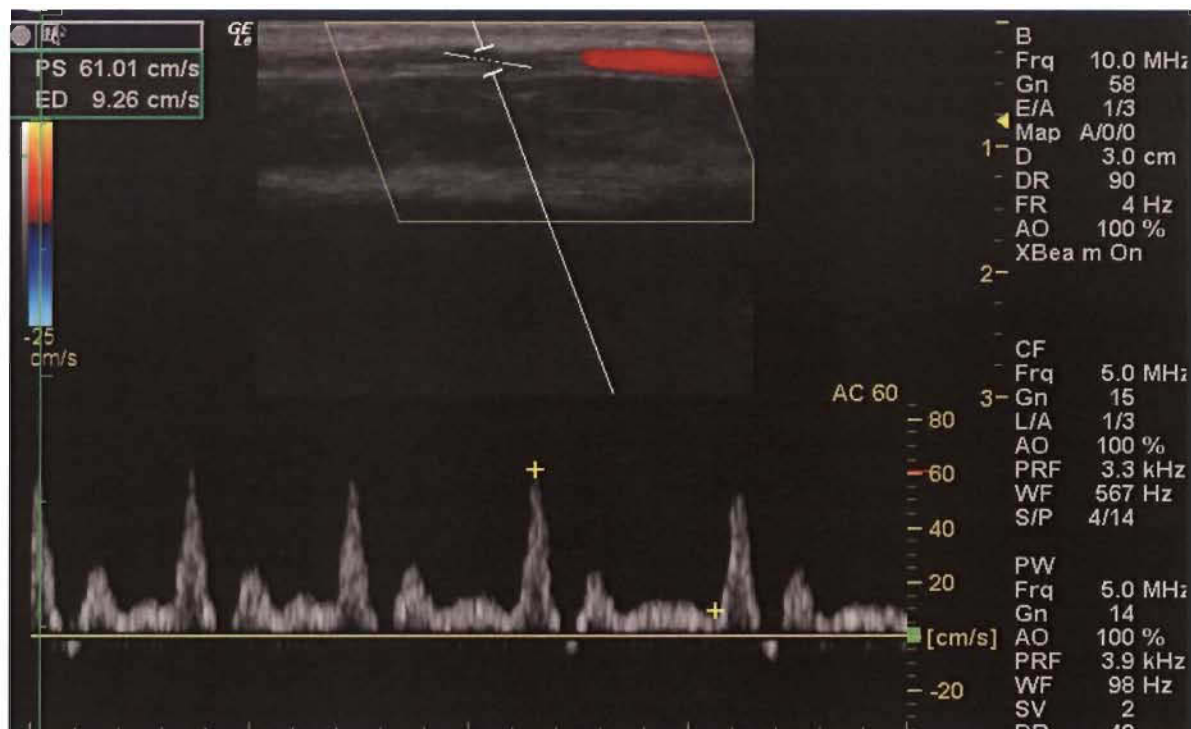


Figure 16. Enregistrement spectral normal de l'artère radiale gauche (coloré en rouge)  
au repos en mode CF, avec un PVS de 61,01 cm/s.

Cette technique d'imagerie nous permet également de détecter certaines pathologies vasculaires telles les sténoses, les thromboses, l'artériopathie, les anévrismes, etc. Chez le jeune adulte atteint d'un SDT, une diminution du débit sanguin dans le membre supérieur peut être causée par une compression des vaisseaux subclaviers ou axillaires (Klingelhöfer, 2014; Landwehr, Schulte, & Voshage, 2001). Nous l'avons vu dans l'Introduction générale, les causes de compression vasculaires dans la région du défilé thoracique sont nombreuses. L'échographie-doppler nous permet d'évaluer le flux sanguin d'un vaisseau au repos mais également lors d'une position anatomique spécifique (à l'image d'un test orthopédique) ce qui nous aide à identifier le site potentiel de compression (Kotval, 1989). L'enregistrement spectral anormal du débit d'une artère distale en aval d'une occlusion résulterait en deux signes : une vitesse systolique abaissée et une augmentation du temps d'ascension systolique (Deklunder et al., 2004; Klingelhöfer, 2014; Mehra, 2010). Dans des cas plus importants de sténose nous constatons une augmentation de la composante diastolique et finalement un arrêt complet du signal (voir figures 17 à 19).

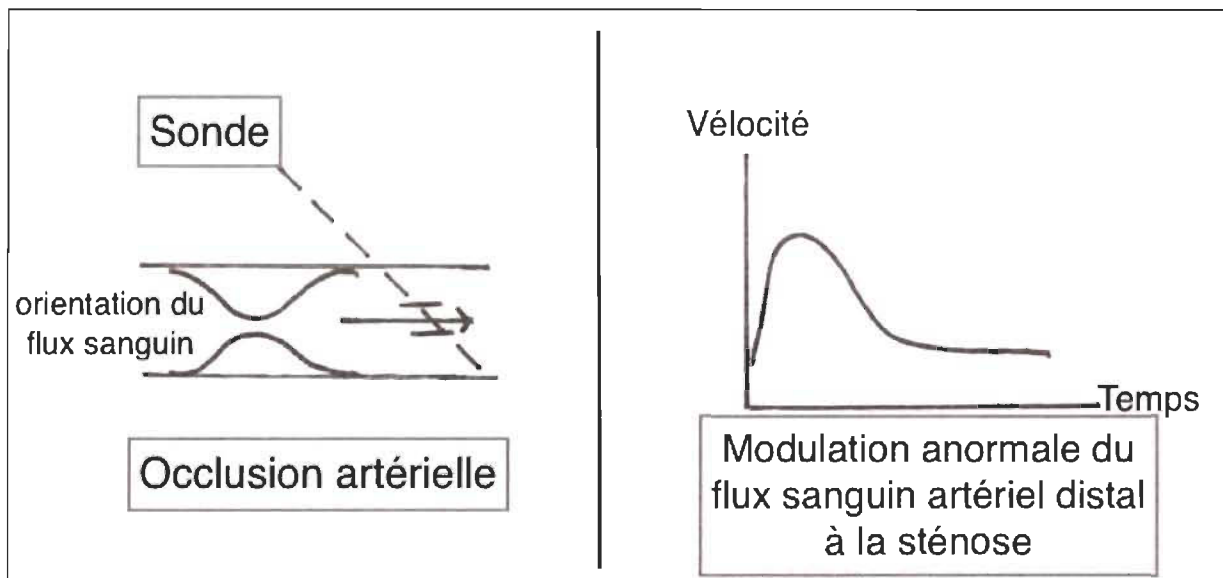


Figure 17. L'enregistrement spectral anormal du flux d'une artère distale en aval d'une occlusion.

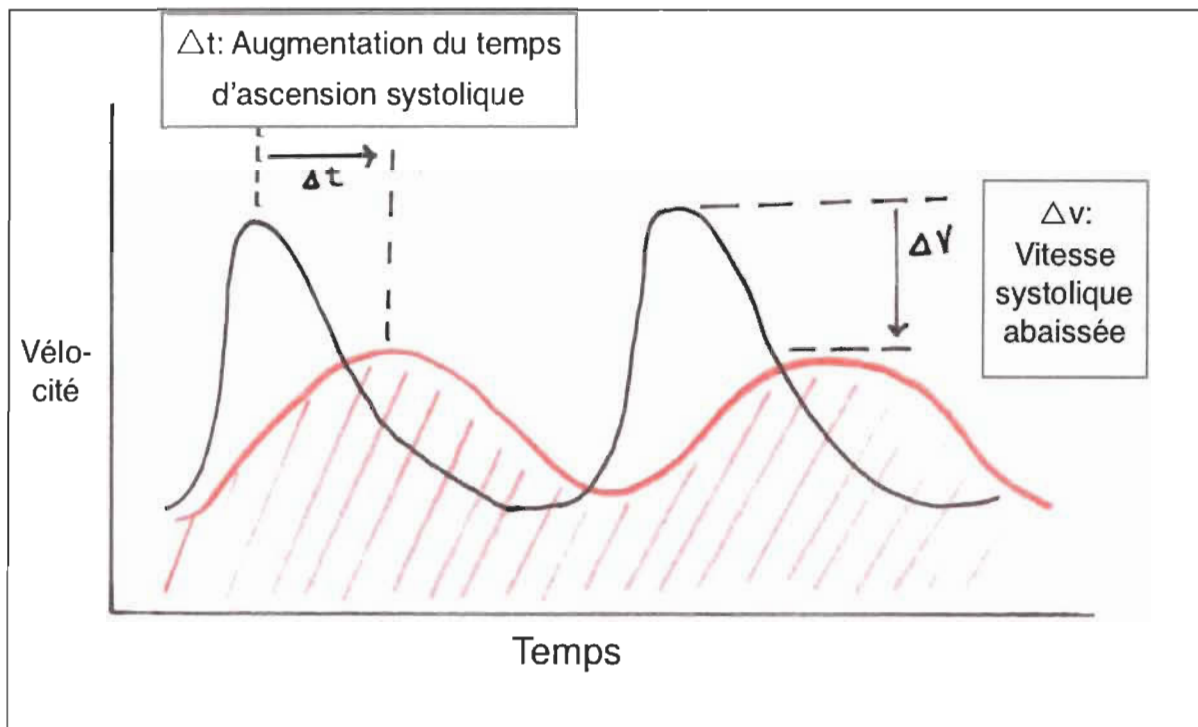


Figure 18. Comparaison des flux sanguin artériels ; En noir, flux sanguin artériel normal ; en rouge, flux sanguin anormal en aval d'une sténose.

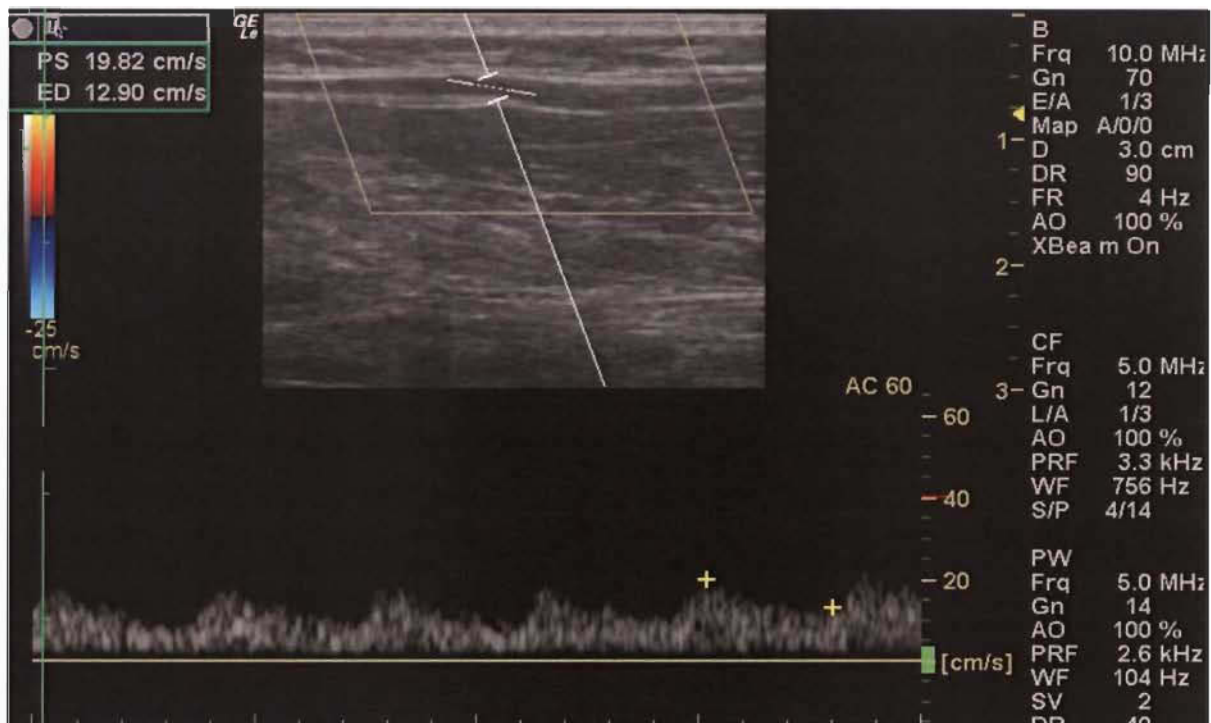


Figure 19. Enregistrement spectral anormal de l'artère radiale gauche en mode CF, avec un PVS de 19,82 cm/s.



## **Hypothèses**

Dans la littérature, il est rapporté que les tests orthopédiques utilisés pour diagnostiquer une SDT présentent un taux important de faux positifs (Rayan & Jensen, 1995; Wright, 1945). Si un test orthopédique a un pourcentage trop important de faux positifs, il ne peut pas être valide. Cela va à l'encontre de la définition même d'un test diagnostique. Voici deux hypothèses qui pourraient expliquer la présence de faux positifs : 1) le test lui-même crée une compression des structures vasculaires et/ou nerveuses auprès des sujets sains et ne peut donc pas être considéré comme un test valide ; 2) le test n'est pas effectué correctement et cette déviation vient créer une compression des structures en faussant le résultat du test. Durant cette étude, nous allons vérifier ces deux hypothèses.

## **Objectifs de recherche**

Dans un premier temps, vérifier les faux positifs dans une population saine durant l'exécution de six tests orthopédiques et noter la présence ou l'absence de symptômes. Les six tests orthopédiques évalués sont : Adson, Halstead, Wright, Allen, costoclaviculaire et ROOS.

Dans un deuxième temps, vérifier le pourcentage de faux négatifs auprès d'une petite cohorte de sujets atteints pour les mêmes six tests. L'écho-doppler est l'outil que nous utilisons pour mesurer le PVS de l'artère radiale au repos et lors des différents tests orthopédiques auprès de tous les sujets. De plus, nous avons ajouté des variations aux tests afin de vérifier si un changement dans l'exécution de ces derniers pourrait avoir une influence sur la valeur du PVS.

Dans un dernier temps, vérifier dans quelles conditions nous pourrions obtenir une meilleure validité.

## **Méthodes**

### **Devis**

Une étude clinique.

### **Étude clinique**

#### **Approbation de l'étude**

Le comité d'éthique de l'UQTR a émis un certificat datant du mois de mai 2013 à mai 2016 (CER-15-214-08-03.02).

#### **Échantillonnage**

Des sujets asymptomatiques sont recrutés volontairement dans la population générale. Les sujets symptomatiques avec un SDT sont recrutés dans trois cliniques chiropratiques privées à Trois-Rivières.

#### **Collecte de données**

Un questionnaire d'incapacité DASH (disability arm, shoulder and hand version française), est complété par les sujets. Les résultats de la présence ou l'absence de signe(s) et symptôme(s) lors des six tests orthopédiques sont répertoriés. De plus, les flux artériels sont observés à l'aide de l'échographie-doppler au repos et pour chaque position. Toutes les mesures de PSV sont prises distalement au niveau de l'artère radiale étant donné l'anatomie particulière de la région du défilé thoracique (mouvement de la clavicule lors des tests et l'orientation de l'artère subclavière par rapport à la sonde) où le risque de créer de faux positifs augmente.

#### **Procédure**

En premier lieu, le sujet est soumis aux six tests orthopédiques effectués dans un ordre aléatoire et l'évaluateur note la présence ou l'absence de symptôme(s) durant chaque test. En deuxième lieu, le débit sanguin de chaque sujet est enregistré avec l'écho-doppler en cm/sec au repos et aléatoirement lors de chacune des 15 positions.

## **Analyse des données**

Les analyses suivantes sont calculées pour chaque test : sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et négative ainsi que les rapports de vraisemblance. Des analyses de variance à mesures répétées ANOVA a posteriori « Bonferroni » sont effectuées pour déterminer l'effet des tests orthopédiques sur le débit sanguin de l'artère radiale à l'aide du PVS en cm/s. Puisque les mesures sont prises distalement au site potentiel de compression artériel (défilé thoracique), une diminution de 50% et plus du PSV lors d'un test comparativement au PSV au repos chez un même sujet est considéré comme un résultat positif. Nous vérifierons s'il y a un nombre important de faux positifs lors de l'exécution normale du test ainsi que durant les variations. Par la suite, une comparaison entre les valeurs obtenues sur l'ensemble des sujets nous permet de déterminer s'il existe des différences physiologiques et/ou concordances avec les tests orthopédiques.

## **Recrutement des sujets**

### **Où**

Clinique Chiropratique Dober, Clinique Universitaire en Chiropratique, Clinique Chiropratique de Dre Karine Mongrain.

### **Critères d'inclusion et d'exclusion :**

#### *Évaluation :*

La condition de chacun des sujets est évaluée durant l'anamnèse et l'examen physique par un professionnel de la santé :

- Signes vitaux
- Réflexes ostéotendineux
- Amplitude de mouvements au niveau : cervicale, gléno-humérale, costo-claviculaire, sterno-claviculaire.
- Examen orthopédique pour évaluer les régions suivantes : cervicale, épaule, coude, poignet.
- Tests orthopédiques suivants : Adson, Halstead, Wright, Allen, costoclaviculaire et ROOS

- Explication de la recherche par un clinicien compétant et obtention d'un consentement éclairé du sujet après avoir écouté, lu et/ou posé des questions sur la recherche.
- Prise de rendez-vous avec le sujet pour effectuer le projet de recherche qui se déroulera au laboratoire en sciences biomédicales à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

*Critères d'inclusion :*

Les sujets symptomatiques présentant les critères suivants sont inclus dans l'étude :

- Sujets symptomatiques âgés de 18 ans à 65 ans ;
- Plainte principale de cervicobrachialgie et/ou brachialgie ipsilatérale et/ou bilatérale ; reproduction de la symptomatologie lorsque le clinicien effectue l'un des six tests orthopédiques pour identifier un syndrome du défilé thoracique ;

Les sujets asymptomatiques présentant les critères suivants sont inclus dans l'étude :

- Ceux ne présentant aucune plainte au niveau cervical, dorsal et brachial ;
- Sujets asymptomatiques âgés de 18 ans à 65 ans ;

*Critères d'exclusion :*

- Les sujets présentant des signes et symptômes de pathologies potentiellement graves et pathologies actives ou passées connues incluant : cancer, infection osseuse, arthrite inflammatoire, fracture de la région cervico-brachiale, dislocation gléno-humérale et/ou maladies vasculaires et du système nerveux.

## **Matériels**

### **Lettre d'information pour le sujet**

Voir Annexe 1.

Une lettre d'information expliquant en détail le projet de recherche est remise à chaque sujet inclus dans l'étude. Celle-ci ayant pour objectif l'avancement de la science par rapport au syndrome du défilé thoracique et son diagnostic. Les différentes étapes du projet, les avantages et inconvénients sont également détaillés.

### **Consentement éclairé écrit**

Voir Annexe 2.

Le formulaire de consentement est remis au sujet après l'explication de la recherche. Le sujet doit participer à la recherche de son plein gré tout en sachant que ce n'est pas un moyen de traitement pour sa condition (éviter le conflit d'intérêts entre patient-clinicien et une désinformation).

### **Formulaire DASH**

Voir annexe 3.

Le formulaire DASH est un outil qui permet d'évaluer l'incapacité d'un patient à effectuer certaines tâches en lien avec une atteinte aux membres supérieurs. Il y a 30 questions générales évaluées de 0 à 5. Certaines questions sont en lien avec la capacité de faire une tâche, l'intensité de douleur d'une tâche ou être en accord ou pas avec la phrase proposée. Le sujet doit répondre à un minimum de 27 questions sur 30. Il y a également deux sections optionnelles de 4 questions chacune : module travail et module sport/musique. Ces deux sections sont calculées à part. On calcule le pourcentage d'incapacité par rapport aux symptômes selon une formule mathématique fournie avec le questionnaire. Par la suite, on interprète le pourcentage de la façon suivante : 0-20% aucune incapacité, 21-40% incapacité légère, 41-60% incapacité modérée, 61-80% incapacité sévère et 81-100% incapacité extrême (Hudak et al., 1996).

### **Présence ou absence de symptômes**

Chaque sujet est soumis aléatoirement aux six tests orthopédiques (le test de Wright est subdivisé en trois : 90 degrés, 130 degrés et 160 degrés) et l'évaluateur note la présence ou l'absence de symptôme durant chaque test.

### **Outil diagnostique et protocole**

L'outil diagnostique utilisé lors de l'étude clinique est une machine à échographie-doppler (GE LogiqE, General Electric, Mississauga, ON [utilisation d'une sonde linéaire 38 mm, 12L-RS]). Voici le protocole détaillé :

#### *1. Préparation de l'échographie-doppler*

a) On identifie la région à évaluer :

- PRÉSELECTION : -VAS (vasculaire)

-UEA (artère du membre supérieur).

b) On identifie le sujet :

- PATIENT :
  - Nouveau patient : ex. sujet 1 test A.
  - Âge
  - Homme/Femme
  - Sujet symptomatique ou asymptomatique
  - Bras gauche ou droit
- L'anonymat des sujets est conservé en tout temps.

c) Positionnement :

- Nous plaçons le patient dans la position voulue pour l'examen (assis) avec la région à évaluer dénudée (une jaquette est fournie si nécessaire).

d) Gel :

- Nous appliquons du gel conducteur à échographie sur la région à évaluer avant de placer la sonde.

e) Ajustement de l'appareil :

- Les paramètres de la machine sont ajustés selon la région observée afin d'obtenir une image optimale des structures (gain et fréquence). Une fois que l'image est optimale, Un cliché est réalisé.

f) Marqueur :

- Nous identifions sur l'image les détails supplémentaires nécessaires (position du patient, test orthopédique, commentaire du sujet, etc.)

g) Suite :

- Nous nous assurons que la sonde est toujours en contact avec la peau et à un angle de 30 à 60 degrés avec l'artère mesurée.

## *2) Évaluation du flux sanguin lors des différentes positions orthopédiques*

L'artère radiale est identifiée (repère anatomique : aspect latéral de l'avant-bras près du poignet)

- La sonde est placée longitudinalement à l'artère et à un angle de 60 degrés.
- Choisir le Mode bidimensionnel B et arranger les paramètres.
- Choisir le Doppler pulsé PW et arranger les paramètres.

- Choisir le Mode couleur CF et arranger les paramètres.
- Mesure de la vitesse du débit sanguin au repos et ensuite pour les différentes positions.

a) Test d'Adson

- A) Le bras est placé à 30 degrés d'abduction et 30 degrés d'extension, tête tournée ipsilatéralement. Le sujet inspire et conserve sa respiration durant 10 à 15 secondes.
- B) Le test est réitéré avec la tête en extension.
- C) Nous effectuons un nouveau test et demandons au sujet d'exagérer l'extension du bras.

b) Test d'Halstead

- A) Le bras est placé à 30 degrés d'abduction et 30 degrés d'extension, tête tournée controlatéralement. Le sujet inspire et conserve sa respiration durant 10 à 15 secondes.
- B) Le test est réitéré avec la tête en extension.
- C) Nous effectuons un nouveau test et demandons au sujet d'exagérer l'extension du bras.

c) Test d'Allen

- A) le bras est à 90° d'abduction avec flexion du coude et en rotation externe, la tête est au neutre.
- B) Le sujet tourne la tête controlatéralement et inspire. Il conserve ensuite son inspiration pendant 10 à 15 secondes.

d) Test de Wright

- A) Nous prenons des mesures à 90-130 et 160 degrés d'abduction du bras.
- B) Nous répétons la prise de mesures à 90 degrés d'abduction avec extension du bras.

e) Test costoclaviculaire

- A) le bras est amené en extension puis nous effectuons une légère dépression de l'épaule avec la tête au neutre.
- B) Le test est réitéré avec la tête en flexion.

f) Test ROOS

- A) Les bras sont en abduction à 90 degrés avec flexion des coudes. Nous prenons la mesure après une minute et trente secondes.
- B) Nous reprenons la mesure après trois minutes.

Important : Respecter un maximum d'une minute par position (sauf pour le test de ROOS qui dure trois minutes) et laisser une pause de 30 secondes entre les positions.

## **Article de recherche**

L'article de recherche suivant intitulé « The validity of orthopedic tests used to diagnose a thoracic outlet syndrome » rédigé par Ingrid Dessureault-Dober, André Bussières et Gilles Bronchti sera soumis au journal « Archives of Physical Medicine and Rehabilitation ».

## **Contribution des auteurs**

Cet article scientifique représente le volet de recherche principal de ce mémoire.  tant première auteure, j'ai moi-même conduit toutes les étapes de la recherche, rédigé cet ouvrage avec l'aide et la supervision de mes directeurs de recherche les professeurs Gilles Bronchti et André Bussières. Ces derniers ont contribué à la mise en place de l'étude clinique et ont supervisé chaque étape de l'écriture. L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre de cet article sera discuté plus en détail dans la section 2.4 discussion.



# **The validity of orthopedic tests used to diagnose a thoracic outlet syndrome**

## **Authors:**

Dober-Dessureault Ingrid<sup>1</sup>, Bussières André<sup>2</sup>, Bronchti Gilles<sup>3</sup>

<sup>1</sup>[DC, Master student at l'Université du Québec   Trois-Rivières, anatomy department]

<sup>2</sup>[PhD, Université du Québec   Trois-Rivières and McGill, chiropractic department]

<sup>3</sup>[PhD, Université du Québec   Trois-Rivières, anatomy department]

## **Acknowledgements:**

The authors wish to acknowledge Mrs. Emanuelle Demers and Mrs. Camile Gaudreault, UQTR students that helped assist the primary author during her research. We are grateful for the funding support of the Anatomy department at UQTR, the "Fondation de recherche en chiropratique du Québec" and the "GRAN".

## **Corresponding author:**

Name: Gilles Bronchti PhD, anatomy department, Université du Québec   Trois-Rivières

Address: 3351, boul. Des Forges, C. P. 500. Trois-Rivières (Québec) Canada G9A 5H7,

Business telephone number: (819) 376-5011, extension 3352

E-mail: [gilles.bronchti@uqtr.ca](mailto:gilles.bronchti@uqtr.ca)

## **Abstract**

### **Objectives:**

Prospective study aimed to evaluate the diagnostic accuracy of six commonly used orthopedic tests for thoracic outlet syndrome (TOS).

### **Methods:**

Thirty-six subjects were recruited between 2013 and 2015. Each subject underwent 6 orthopedic TOS tests in a random order and the presence or absence of symptoms was documented. We used Doppler ultrasonography to measure the radial artery blood flow during rest (peak systolic velocity), for each orthopedic test and variations. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values as well as likelihood ratios of TOS were evaluated and reported according to the STARD initiative.

### **Results:**

29 healthy volunteers (means age  $29 \pm 7$ ) and 7 TOS subjects (means age  $35 \pm 14$ ) were enrolled. Sensitivity and specificity analysis for one positive orthopedic test considering only presence of symptoms was 100% and 48.3% respectively. The radial artery blood flow measurement revealed the following: 1) a significant decrease between rest and the orthopedic test were observed in both groups for 4 of 6 orthopedic tests; 2) no differences between the orthopedic test and their variant were found; and 3) there was no difference in blood flow variation between both groups for all the tests.

### **Conclusion:**

Used alone, the validity of each orthopedic thoracic outlet syndrome test is weak. To improve the diagnostic accuracy for thoracic outlet syndrome, clinicians should consider the patient's symptoms combined with 4 positive tests or more. Pulse abolition cannot be considered as a positive sign during the orthopedic test as it does not differentiate between a healthy subject and a patient.

**Key Words:** Diagnostic accuracy, clinical tests, orthopedic tests, neuro-vascular disorders, Doppler ultrasonography, Adson, Halstead, Costoclavicular, Wright, Allen, ROOS.

**Abbreviations:** Thoracic outlet syndrome (TOS), peak systolic velocity (PSV), Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), Disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (DASH).

## Introduction

The annual prevalence for arm, hand and neck pain complaints is estimated at 57% for workers<sup>1</sup>, resulting in significant disability and health care costs<sup>2, 3</sup>. Among these, thoracic outlet syndrome (TOS) may be one of the most controversial diagnoses in medicine.<sup>4</sup> TOS is defined as a neurovascular syndrome and its prevalence in the general population is estimated at 1/10,000<sup>5, 6</sup>. Women between the ages of 20-40 are more commonly affected than men 4:1<sup>7</sup>.

TOS represents a spectrum of disorders encompassing four related types: compression of the brachial plexus (neurogenic TOS), compression of the subclavian artery (arterial TOS), compression of the subclavian vein (venous TOS), and a non-specific or disputed neurogenic TOS. Patients may have a compression of one structure or a combination of neurovascular symptoms, which can complicate the diagnosis<sup>4, 8</sup>. Compression of the thoracic outlet may be caused by several anatomical structures (cervical rib, anomalous fibrous bands, abnormalities of the anterior or medial scalene muscles, abnormalities of the pectoralis minor muscle, hypertrophy of C7 transverse process) in one or more of these three compartments, inter-scalene triangle, costo-clavicular space, retro-pectoralis minor space<sup>8</sup>. Clinical features may include neurological (paresthesia, numbness, tingling, progressive weakness, loss of dexterity, pain, atrophy), arterial (ischemia, pallor, coolness, fatigue, pain, muscle cramp, absence of pulse) and venous symptoms (edema, fatigue, heaviness, thrombosis). In neurogenic TOS type, patients present predominantly with neurological symptoms but have a negative electrophysiological investigation<sup>4, 6, 8</sup>.

A recent review underlined the lack of accepted criteria for the diagnosis of TOS<sup>4</sup>. In medicine, TOS orthopedic tests are specific maneuvers of the neck and arms that aim to reproduce patients' symptomatology and/or to observe a reduction of the radial pulse. However, these orthopedic tests are poorly documented and lack specificity<sup>9</sup>. There is currently no established 'gold standard' tool for the diagnosis of TOS and some of the proposed tests are questioned. For instance, the commonly used Adson test is sometimes described with the arm in anterior flexion instead of in extension and can be considered positive only with a reduction of the radial pulse without considering reproduction of symptoms<sup>10</sup>. Further, misnaming of tests may also be a source of confusion. For example, in an article by Demirbag<sup>11</sup>, "Halsted" (*sic*) is described as the Costoclavicular test. Such errors

may also have an impact on the possibility of determining, through a meta-analysis, the validity of orthopedic tests commonly used to diagnose a TOS.

Our first hypothesis is that TOS orthopedic tests are not valid. Our second hypothesis is that the lack of reliability of certain test is due to an inadequate execution of the test by the clinician.

## **Objectives**

The aim of this prospective study was to determine the diagnostic accuracy of six orthopedic tests (Adson, Halstead, Allen, Wright, Costoclavicular and ROOS) and to determine if these tests (alone or in combination) can obviate the need for further investigation by Doppler ultrasound for patients with suspected thoracic outlet syndrome. We also aimed to determine whether incomplete test execution lead to increased errors in diagnosis.

## **Methods**

Ethical approval was granted by l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) (RIB number: CER-15-214-08-03.02).

### **Design**

A diagnostic accuracy study.

### **Population**

Two cohorts of subjects were recruited between May 2013 and May 2015 (Figure 1). Patients were referred from an outpatient-teaching clinic at UQTR and in two chiropractic practices in the Province of Quebec (Canada). Healthy subjects were recruited from the general population in Trois-Rivières, Quebec, Canada.

### **Recruitment**

Subjects with clinical features of TOS were included if the diagnosis was confirmed by one of the following health professionals: rheumatologist, radiologist, chiropractor and/or general practitioner. Subjects with positive orthopedic tests suggestive of other pathologies (carpal tunnel syndrome, herniated disc syndrome, shoulder or elbow tendinitis, arthritis) were excluded.

Healthy asymptomatic volunteers were enrolled if they presented no complaints or previous neck, shoulder or arm surgery.

All subjects were 18 years or older, signed and information consent and completed the Disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (DASH)<sup>12</sup>.

### **Materials**

The primary clinician (DDI) examined all subjects for the presence or absence of symptoms for each of the six orthopedic tests, which are described below. Color Doppler ultrasonography examination was performed on all subjects using a 12L-RS linear transducer of 5-13MHz, in Power Doppler Mode (GE LogiqE, General Electric, Mississauga, ON). The transducer was placed at the wrist, parallel to the radial artery, to measure the blood flow in cm/s. This measure represents the peak systolic velocity (PSV) and its normal value for the

distal upper extremity varies between 40-60 cm/s<sup>13</sup>. Measures were taken during rest and during each orthopedic test. All measures were taken over the radial region as Doppler ultrasound evaluation of the thoracic outlet area is technically challenging during shoulder elevation (clavicle movement and subclavian artery orientation) and could have created false positives. Since the measure is taken caudally to the site of a potential mild arterial compression (thoracic outlet), a decrease of 50% or more in the PSV value during the test compared to each subject's rest PSV was considered a positive result<sup>14</sup>. We consider this PSV decrease sufficient to be able to compare with the clinician's perception when manually palpating the radial pulse.

## Physical tests

Each subject underwent in a random order six orthopedic TOS tests and their variations (e.g., head in extension, arm abduction or arm extension) during the Doppler experimentation (see Table VII). For each subject, the presence or absence of symptoms was documented during each orthopedic test. Tests were carried out as described below:

1. *Adson's test*: The tested arm is held at 30 degrees of abduction and extension, head rotated to the same side, patient inhales and holds his breath. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and exacerbation of symptoms. A variation of the test involved extension of the head and more arm extension. The test intends to identify any compression in the inter-scalene triangle or costo-clavicular space<sup>15</sup>.

2. *Modified Adson or Halstead's test*: Tested arm at 30 degrees of abduction and extension, head rotated to the opposite side, patient inhales and holds his breath. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and exacerbation of symptoms. A variation of the test involved extension of the head and more arm extension. The test intends to identify a compression in the inter-scalene triangle or costo-clavicular space<sup>16</sup>.

3. *Military or Costoclavicular or Eden's test*: Clinician brings the tested arm in extension with traction of the arm. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and exacerbation of symptoms. A variation of the test involved extension or flexion of the head. The test intends to identify a compression in the costo-clavicular space<sup>17, 18</sup>.

4. *Allen's test*: 90 degrees' abduction of the tested arm with a 90 degrees' flexion of the elbow with the palm facing forward, head rotates to the opposite side of the tested arm. Patient

inhales and holds his breath. Clinician observes if there is any decrease in the radial pulse and exacerbation of symptoms. The test intends to identify a compression in the inter-scalene triangle or costoclavicular space <sup>19</sup>.

5. *Hyperabduction or Wright's test*: The clinician holds the patient's tested arm at different degrees of abduction while observing for decrease in the radial pulse and exacerbation of symptoms. The test intends to identify a compression caused by the pectoralis minor muscle<sup>20</sup>.

6. *ROOS or EAST test*: 90 degrees' abduction of the arms and 90 degrees' flexion of the elbows. The patient open and closes his hands in this position for 3 minutes. The test is considered positive if the patient cannot maintain the position because of increase in symptoms. A variation of the test involved staying in this position for half the usual duration. The test intends to identify any type of compression in the thoracic outlet<sup>8</sup>.

<b>Break (1 min)</b>	Normal PSV measured in rest position
<b>1</b>	Adson
<b>2</b>	Adson with more extension of the arm
<b>3</b>	Adson with more extension of the head
<b>4</b>	Halstead
<b>5</b>	Halstead with more extension of the arm
<b>6</b>	Halstead with more extension of the head
<b>7</b>	Allen without rotation of the head
<b>Break (1 min)</b>	Normal PSV measured in rest position
<b>8</b>	Allen
<b>9</b>	Wright 90° abduction
<b>10</b>	Wright 90° abduction with arm extension
<b>11</b>	Wright 130° abduction
<b>12</b>	Wright 160° abduction
<b>13</b>	Costoclavicular head in neutral position
<b>14</b>	Costoclavicular with head flexion
<b>15</b>	ROOS (measure PSV after 1:30min and 3 min)

Tableau VII. The orthopedic tests and their variations during the Doppler experimentation.



## **Standardized clinical history**

A clinical history was taken for all subjects. Questions covered neck, shoulder and/or arm injury; inflammatory arthritis; surgery to the neck, shoulder and/or arm; vascular or neurological pathologies.

## **Primary outcome measures**

Sensitivity and specificity of the orthopedic tests in determining the presence of TOS when employed by a primary care clinician.

## **Statistical analysis**

We calculated the specificity, sensitivity, likelihood ratio for each of the following individual tests: Adson, Halstead, Allen, Wright, Costoclavicular and ROOS. We have used evidence of Dargon<sup>13</sup>, Dauzat<sup>21</sup>, Demondion<sup>22</sup>, Klingelhöfer<sup>23</sup>, Landwehr<sup>24</sup> and Stapleton<sup>9</sup> on Doppler ultrasound as our 'gold standard'. We compared the relative rates between each individual test. Using IBM SPSS statistics 23, we conducted repeated-measure ANOVAs using post-hoc tests «Bonferroni» adjustments to determine the effect of orthopedic tests on the radial artery blood flow (cm/s). Sensitivity, specificity, negative and positive predictive values as well as likelihood ratio were calculated for all subjects according to the STARD (Standards for Reporting Diagnostic Accuracy) initiative. A change of 50% or more of the PSV measures within the same subject during a given test was considered positive for a form of mild arterial compression in the thoracic outlet<sup>14, 23, 24</sup>. We considered that the clinician, when palpating the radial pulse, would detect this decrease.

## Results

A total of 36 subjects were enrolled in the study including 29 healthy volunteers (17 women, 12 men; means age  $29 \pm 7$  years) and 7 TOS subjects (6 women, 1 man; means age  $35 \pm 14$  years), one affected bilaterally, see Tables VIII and IX. All twenty-nine healthy volunteers were asymptomatic and had a normal DASH score<sup>25</sup>.

<b>Subjects</b>	<b>Age</b>	<b>Gender</b>	<b>DASH score</b>
29 healthy volunteers	Between 21 and 52 years old, means age of $29 \pm 7$	17 women and 12 men	All normal
7 TOS (type not specified) one affected bilaterally	Between 23 and 66 years old, means age of $35 \pm 14$	6 women and 1 man	2 normal; 1 mild; 3 moderate; 1 N/A

Tableau VIII. Subject

TOS sub- ject	Age	Gender	Dominant hand	Affected side	Symptoms	Duration	Diagnosis	DASH
1	23	F	R	L	Pain, numbness & heaviness, arm-hand	> 1 year	General practioner	Moderate
2	28	F	L	L	Pain & numbness, neck-arm- hand	> 6 months	Chiro- practor	Moderate Sport option: severe
3	34	F	R	BILAT	Pain & edema, both hands	> 1 year	Rheuma- tologist	Normal Sport option: Severe
4	32	F	R	R	Numbness right hand	> 1 year	Chiro- practor	Normal
5	66	H	R	L	Pain & heaviness, neck- shoulder	> 1 year	Radio- logist	Mild Sport option: Moderate
6	31	F	R	R	Pain & numbness, arm-hand	> 1 year	Chiro- practor	N/A *
7	30	F	R	R	Pain, numbness & edema, neck- arm-hand	> 4 months	Chiro- practor	Moderate Sport option: Mild

Tableau IX. TOS subject description with their DASH general questionnaire results. Some answered the DASH sport option of 4 questions related to an activity, calculated separately. Right side (R); Left side (L). \*N/A: not applicable, missing data, subject answered less than 27 questions on 30.

Of our TOS subjects, 87.5% (7 affected sides / 8) had 4 positive orthopedic tests or more (when only considering the presence of symptoms) compared to 24.1% (7/29) in the control group. When considering only pulse reduction detected by the clinician as a positive test, 87.5% (7 affected sides / 8) had at least one positive test compared to 93% (27/29) in the control group. In the TOS group, 75% (6 affected sides / 8) had a 50% or more reduction of their PSV using the Doppler ultrasound for at least one test, compared to 58.6% (17/29) in the control group. Two STARD diagrams were used to illustrate the differences between considering one positive test to diagnose a possible TOS compared to as least four positive tests or more for pulse reduction only (see Figures 20 and 21).

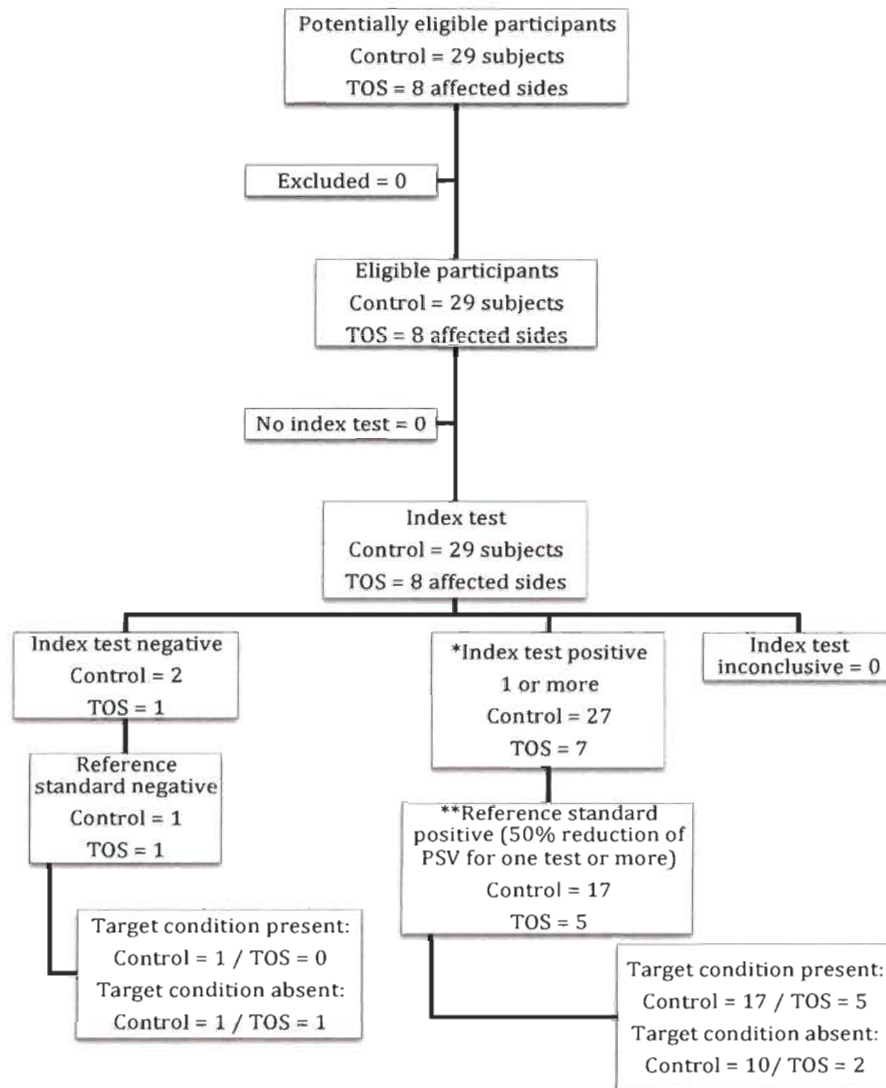


Figure 20. STARD flow diagram of one positive test or more for all subjects considering pulse reduction only. \*Index test positive: One or more positive orthopedic TOS test considering radial pulse reduction only. \*\*The reference standard: Doppler ultrasonography was used and is considered positive for a mild arterial compression when the PSV (cm/s) had a reduction of 50% or more during one test or more compared to the rest position.

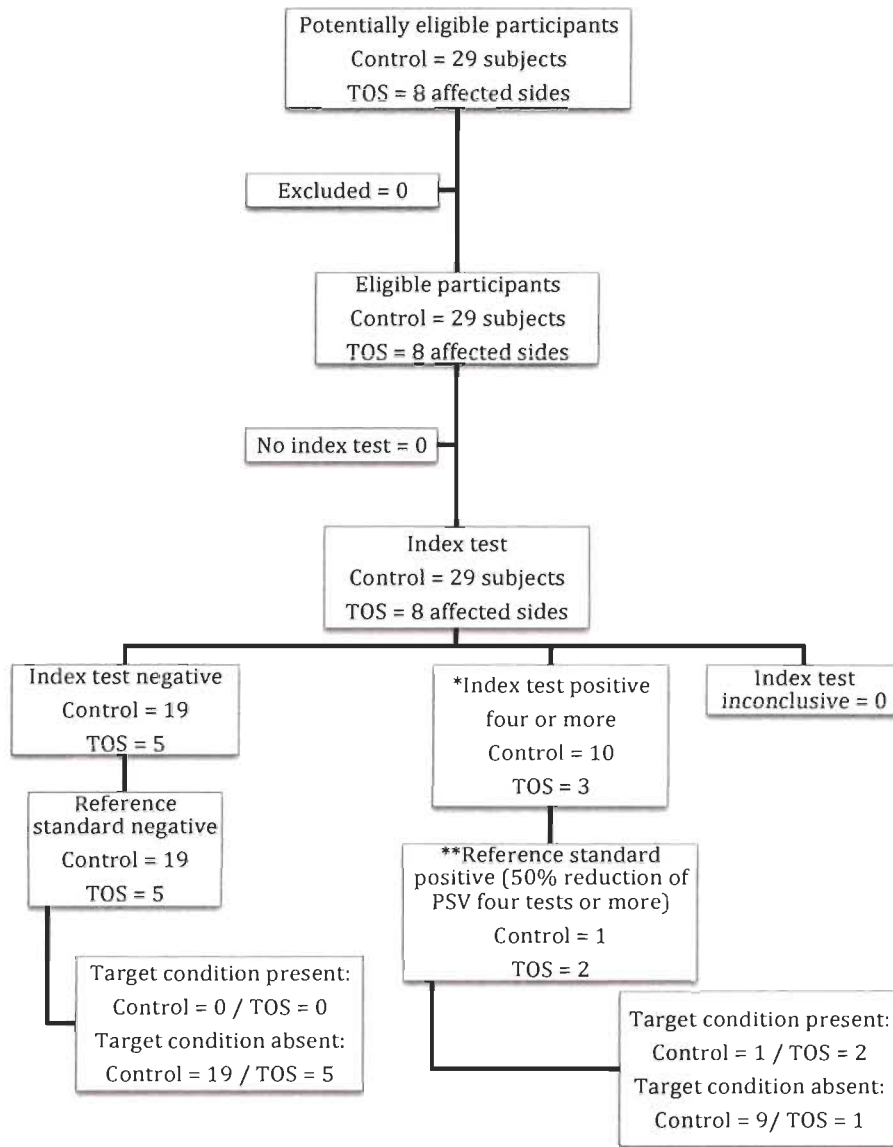


Figure 21. STARD flow diagram of four positive tests or more for all subjects considering pulse reduction only. \*Index test positive: Four or more positive orthopedic TOS test considering radial pulse reduction only. \*\*The reference standard: Doppler ultrasonography was used and is considered positive for a mild arterial compression when the PSV (cm/s) had a reduction of 50% or more during four tests or more compared to the rest position.

Results for the false positive rate considering presence of symptoms only for the control group are presented in Table X. In this group, at least one of the six orthopedic tests was positive in 15 out 29 subjects (a false positive rate of 51.7%). Two tests were positive for

14 subjects (48.3%), three tests in 12 subjects (41.4%). Only when considering 4 positive tests did the false positive rate drop under 25%. We also noted that three tests had a high false positive rate, the Allen, Costoclavicular and ROOS (31.0%, 34.5% and 34.5%, respectively, see Figure 22). In the TOS group, four tests had the highest true positive rate: Wright 160° (87.5%), Costoclavicular (87.5%), Allen (87.5%) and ROOS (100%), while the two other tests had a higher false negative rate: Adson (62.5%) and Halstead (62.5%) (see Table XI). Sensitivity (Sn), specificity (Sp), positive predictive value (PPV) and negative predictive value (PNV) as well as positive and negative likelihood ratios (PLR and NLR) were calculated for all subjects. Positive results to 4 orthopedic tests gave the best overall score (Sn=87.5%, SP=75.8%, PPV=50%, NPV=95.7%, PLR=3.63 and NLR=0.165) when considering presence of symptoms only (see Table XII).

<b>False positive rate within the healthy subjects</b>	<b>Number of positive tests</b>
3/29 subjects (10.3%)	5 tests or less
7/29 subjects (24.1%)	4 tests or less
12/29 subjects (41.4%)	3 tests or less
14/29 subjects (48.3%)	2 tests or less
15/29 subjects (51.7%)	1 test

Tableau X. False positive rate amongst healthy subjects when considering presence of symptoms only.

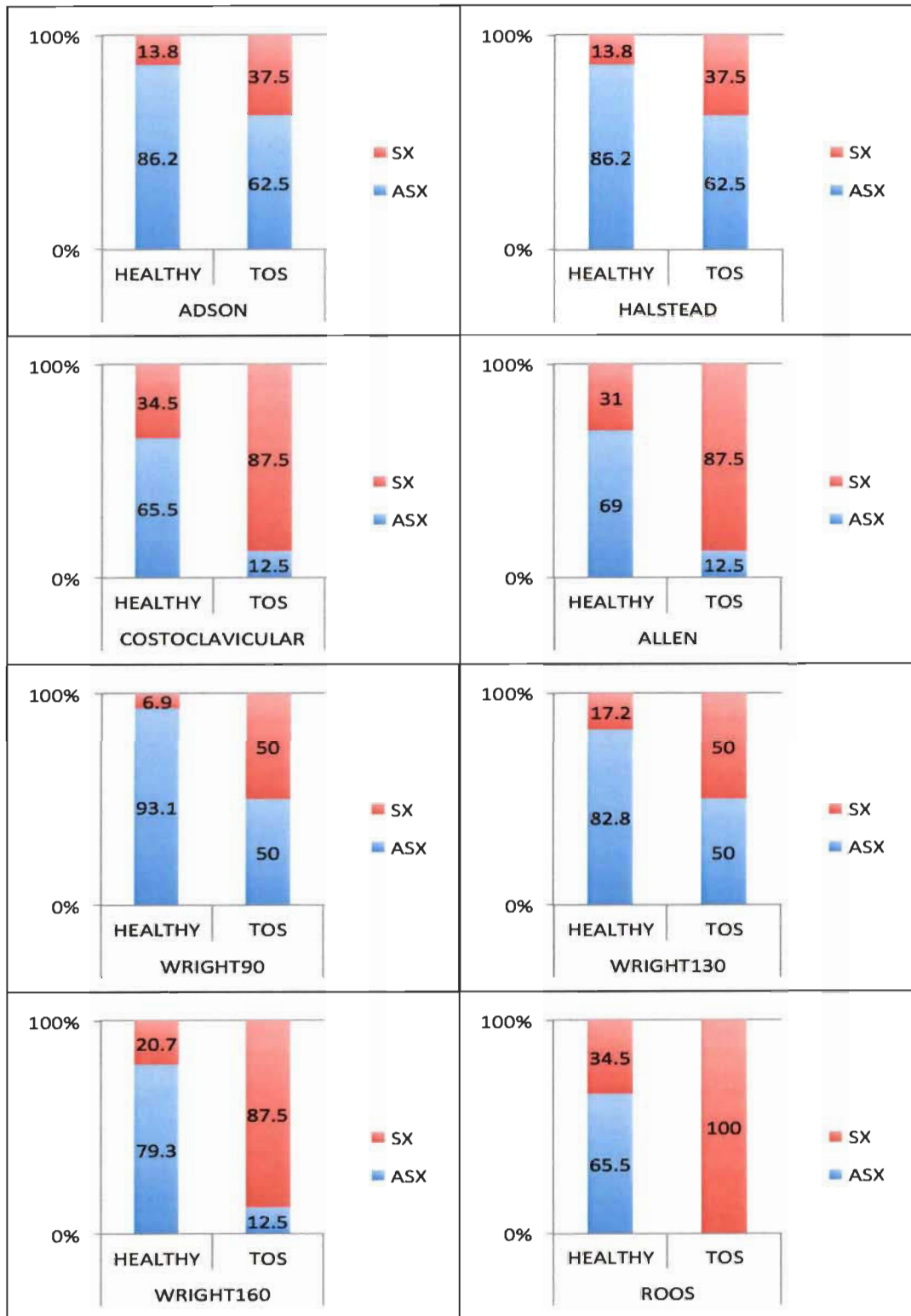


Figure 22. Presence or absence of symptoms only for both groups. SX: presence of symptoms, ASX: absence of symptoms.

Presence or absence of symptoms for each TOS subject, 8 affected sides								
Subject	Adson	Halstead	Costo-clavicular	Allen	Wright 90-130	Wright 160	ROOS	Total positive tests
#1 L	yes	no	yes	no	yes	yes	yes	5/7
#2 L	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	7/7
#3 R	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	6/7
#3 L	yes	no	yes	yes	no	yes	yes	5/7
#4 R	no	no	yes	yes	no	yes	yes	4/7
#5 L	no	no	no	yes	no	yes	yes	3/7
#6 R	yes	yes	yes	yes	no	no	yes	5/7
#7 R	no	no	yes	yes	yes	yes	yes	5/7
<b>Total:</b>	3/8	3/8	7/8	7/8	4/8	7/8	8/8	
4R/4L	37.5%	37.5%	87.5%	87.5%	50%	87.5%	100%	

Tableau XI. Presence or absence of symptoms only for each TOS subject. Right side (R); Left side (L).

	5 tests or more	4 tests or more	3 tests or more	2 tests or more	1 tests or more
Sensitivity	75%	<b>87.5%</b>	100%	100%	100%
Specificity	90.6%	<b>75.9%</b>	58.6%	51.5%	48.3%
Positive predictive value	66.7%	<b>50%</b>	40%	36.4%	34.8%
Negative predictive value	92.9%	<b>95.7%</b>	100%	100%	100%
Positive likelihood ratio	7.98	<b>3.63</b>	2.42	2.06	1.93
Negative likelihood ratio	0.28	<b>0.165</b>	0	0	0

Tableau XII. Specificity, sensitivity, positive and negative predictive values as well as positive and negative likelihood ratios for the TOS orthopedic tests for all subjects (29 healthy subjects and 8 affected TOS sides) when considering only presence of symptoms.



False positive rate was also calculated in the control group when only considering diminished or absence of radial pulse by the clinician. The results for each test were the following: Adson (51.7%, 15/29), Halstead (41.3%, 12/29), Costoclavicular (27.6%, 8/29), Allen (62.1%, 18/29), Wright 90° (13.8%, 4/29), Wright 130° (17.24%, 5/29), Wright 160° (24.1%, 7/29) and ROOS (44.8%, 13/29 even though it is usually not considered). Clinician perception of a variation for the radial pulse is high for Adson, Halstead and Allen. For the TOS group, the results were: Adson (37.5%, 3/8), Halstead (37.5%, 3/8), Costoclavicular (62.5%, 5/8), Allen (87.5%, 7/8), Wright 90° (12.5%, 1/8), Wright 130° (12.5%, 1/8), Wright 160° (12.5%, 1/8) and ROOS (37.5%, 3/8). For both groups, Wright was the one test with the least radial pulse decrease.

We then calculated the false positive rate in the control group when considering presence of symptoms and/or reduction of radial pulse as being a positive test, our results showed the following: Adson (62.1%, 18/29), Halstead (41.3%, 12/29), Costoclavicular (48.3%, 14/29), Allen (65.52%, 19/29), Wright 90° (13.8%, 4/29), Wright 130° (24.1%, 7/29), Wright 160° (31.0%, 9/29) and ROOS (68.9%, 20/29). The percentage of false positive rate is greater for all the tests. More so, these results show that all 29 healthy subjects responded positively to at least one of the tests (a false positive rate of 100%) and four positive tests or more had a false positive rate of 51.7% (see table XIII). For the TOS group, the results were: Adson (50%, 4/8), Halstead (62.5%, 5/8), Costoclavicular (87.5%, 7/8), Allen (100%, 8/8), Wright 90° (50%, 4/8), Wright 130° (50%, 8/8), Wright 160° (87.5%, 7/8) and ROOS (100%, 8/8).

<b>False positive rate within the healthy subjects</b>	<b>Number of positive tests</b>
2/29 subjects 6.9%	7 tests or less
4/29 subjects 13.8%	6 tests or less
8/29 subjects 27.6%	5 tests or less
15/29 subjects 51.7%	4 tests or less
20/29 subjects 70.0%	3 tests or less
25/29 subjects 86.2%	2 tests or less
29/29 subjects 100%	1 test or less

Tableau XIII. False positive rate amongst healthy subjects when considering presence of symptoms and or reduction of radial pulse.

Our next analysis concerns the measure of the radial artery blood flow using repeated-measures ANOVAs and Bonferroni's post-hoc tests adjustments. In this section, we compared the within group and between group mean values for the effect of orthopedic tests on the radial artery blood flow, measured in PSV (cm/s) (see Table XIV and Figure 23). A significant within-group reduction in blood flow was observed for both healthy (controls) and TOS (patients) groups in 4 out of 6 orthopedic tests. Thus, four orthopedic tests (Adson, Halstead, Costoclavicular and Allen) showed a significant difference between rest and the original test ( $p < .0001$ ). In addition, for Adson, Halstead, Costoclavicular, Wright and ROOS, there was no difference between the original test and their variations. However, there were no between-group differences for any of the tests. In other words, if we were to choose any one of our 36 subjects randomly, it would not be possible, using the Doppler PSV results, to determine whether this subject is from the healthy or from the TOS group.

<b>Orthopedic test</b>	<b>F intra-group</b>	<b>F inter-group</b>
<b>Adson</b>	81.294 ( $p < .0001$ )	0.021 ( $p < .887$ )
<b>Halstead</b>	57.889 ( $p < .0001$ )	0.639 ( $p < .639$ )
<b>Costoclavicular</b>	27.053 ( $p < .0001$ )	0.230 ( $p < .634$ )
<b>Allen</b>	26.887 ( $p < .0001$ )	0.098 ( $p < .756$ )
<b>Wright</b>	2.101 ( $p < .104$ )	0.346 ( $p < .563$ )
<b>ROOS</b>	0.617 ( $p < .542$ )	0.594 ( $p < .446$ )

Tableau XIV. Comparison of the Doppler findings intra-group and inter-group.

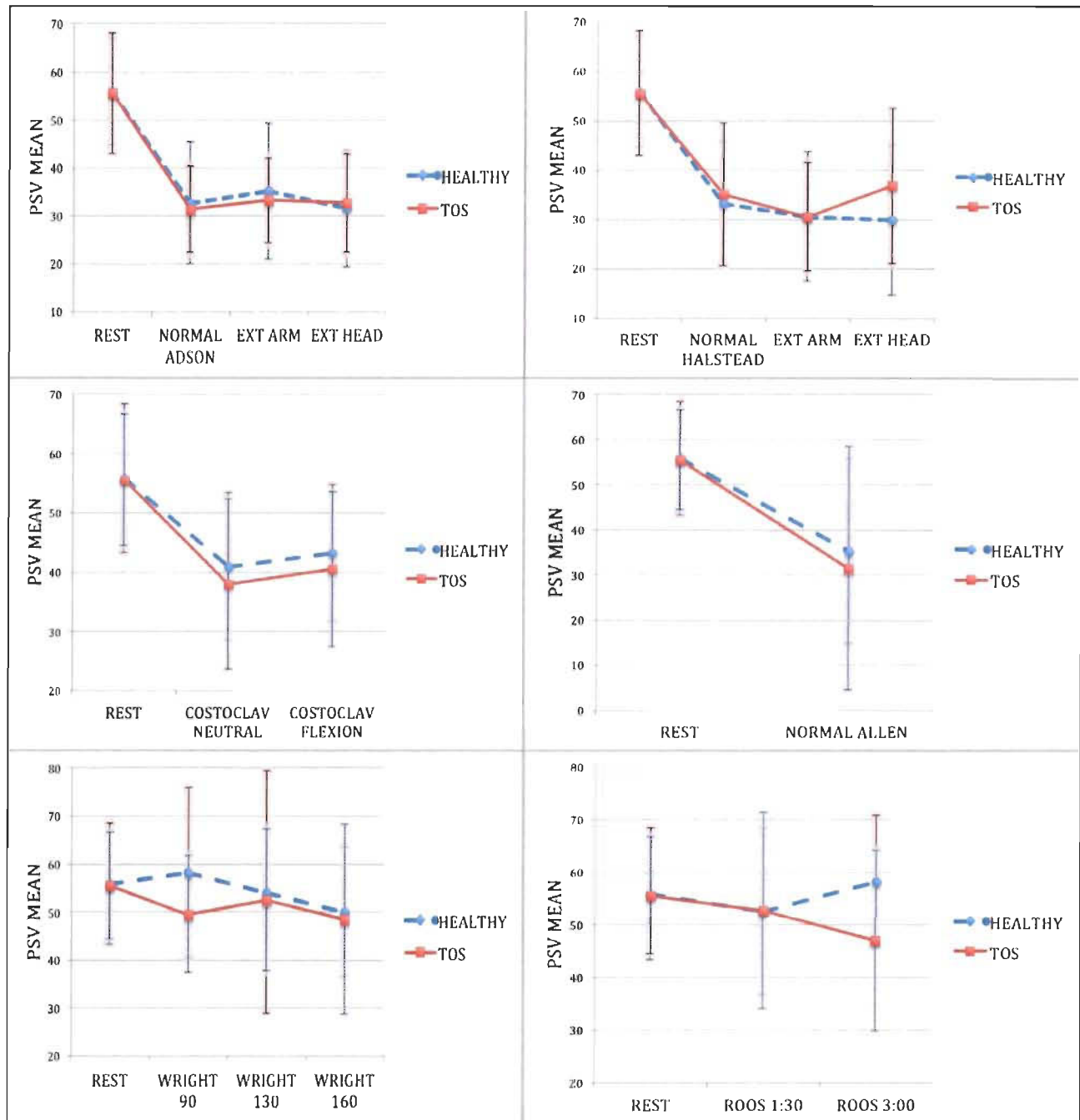


Figure 23. Anova results PSV mean measures in both groups for the six orthopedic tests and their variations.

Our analysis to identify all PSV decrease of 50% or more with the Doppler within the both groups. Decrease was considered a positive sign of possible arterial compression in the thoracic outlet. The results for each test in the healthy group were as follows: Adson (37.9%, 11/29), Halstead (34.5%, 10/29), Costoclavicular (13.8%, 4/29), Allen (34.5%, 10/29), Wright

90° (0%), Wright 130° (0%, 0/29), Wright 160° (6.9%, 2/29) and ROOS (3.5%, 1/29). As for the TOS group: Adson (37.5%, 3/8), Halstead (25%, 2/8), Costoclavicular (25%%, 2/8), Allen (50%, 4/8), Wright 90° (0%), Wright 130° (12.5%, 1/8), Wright 160° (0%) and ROOS (0%).

When comparing the clinician for pulse reduction to the PSV changes with the Doppler, some results differed even though some of the percentages were the same. In the healthy group, there were 5 subjects that differed for Adson and Halstead, while the Costoclavicular had 1 difference. For all the tests, the clinician identified more pulse reduction than the Doppler. For the TOS group, the correlation was low. Adson, Halstead, Wright 90° and Wright 130° had subject differences between the clinician result for pulse reduction compared to the PSV changes with the Doppler. The clinician also identified more pulse reduction than the Doppler for all the tests except Adson and Wright.

## Discussion

When considering the reproduction of symptoms only during a given test, the high false positive rate (51.7%) suggests that one isolated test is not specific enough. Even more surprising, when considering both symptoms and/or pulse reduction, the false positive rate was of 100% for at least one positive test. We also demonstrated a significant reduction of blood flow during the tests, in healthy individuals with no prior history of TOS symptoms. These results confirm our first hypothesis that the validity of each orthopedic test used in isolation is low. However, our second hypothesis was incorrect, since a variation in the execution of certain orthopedic tests (Adson, Halstead, Costoclavicular, Wright and ROOS) did not influence our results when considering blood flow reduction. When considering PSV reduction of 50% or more, the Doppler identified the same percentage of subjects or less than what the clinician perceived while palpating the radial pulse during each test. Our results show that arterial blood flow decrease, whether with the Doppler or by the clinician's palpation, created more false positive in our control group and did not help identify correctly our TOS subjects.

The low specificity of the tests is in keeping with Rayan<sup>26</sup>, who evaluated the reproduction of symptoms only during TOS orthopedic tests in healthy individuals. They reported that 41/100 volunteers had symptoms to at least one of three provocative maneuvers' compared to our 51.7%. Their results for Adson and Wright tests were comparable to ours. However, they found a reduction of 2% for the Costoclavicular test compared to 34.5% reduction in our study. The difference between our results for the Costoclavicular test could be explained by the fact that in our study, the depression of the shoulder was done by the clinician instead of asking the subject to retract and depress their shoulder by themselves. The clinician may have moved the arm further passively than what the patient could have done actively. Demirbag<sup>11</sup> and Demondion<sup>27</sup>, observed a significant narrowing of the costoclavicular space during a 90° or more arm abduction in their TOS population. Findings in our TOS population suggest that both Wright (with a low false positive rate and 93.1% predictability) and ROOS (with 100% predictability) tests have the best acceptable accuracy. Demirbag<sup>11</sup> also mention ROOS and Costoclavicular tests as having the best validity in differentiating TOS subjects from healthy subjects while using the magnetic resonance

imaging (MRI) at 130° arm abduction (provocative position) as a diagnostic tool. Another author, Demondion<sup>22</sup>, used different degrees of arm abduction (Wright's test) during Doppler to evaluate subclavian stenosis. These findings are congruous with ours.

Our results show that the possibility of correctly diagnosing a TOS subject increased when at least four provocative tests were used in combination when only considering presence of symptoms (51.7%). This is in keeping with earlier studies<sup>28</sup>. Knowing that each orthopedic test is supposed to evaluate where the compression is taking place, we tried to identify which region was compressed in our TOS subjects depending on which test was positive. Seven out of our eight affected TOS sides showed a positive result to the Costoclavicular, Allen, Wright 160° and ROOS tests. This would imply that the compression was both in the costo-clavicular space and the pectoralis region. Only one TOS subject had both Adson and Halstead positive (as well as Costoclavicular, Allen and ROOS) but had a negative Wright at all degrees of abduction. This would imply that the compression was both in the inter-scalene region and the costo-clavicular space. These observations confirm the need to have at least four positive tests to be able to eliminate false positives and to identify which region could be the cause of the neuro-vascular compression. Furthermore, these findings support Demirbag<sup>11</sup> and Demondion<sup>27</sup> that observed a higher rate of neuro-vascular compression in the costo-clavicular region.

The neurogenic symptoms are considered the most common form of TOS complaints with an incidence of 90-95%<sup>7, 29-31</sup>. They rely mostly on Roos' findings in 1976<sup>8</sup>. It has also been documented that 90% of all TOS operations in the United States are for the disputed form with neurogenic presentations and the rate of successful relief of patients' symptoms is questionable<sup>4</sup>. If most patients are only investigated with neurological diagnostic tools, then the vascular cause could be under diagnosed and the disputed neurogenic TOS could be over diagnosed<sup>32, 33</sup>. This is also supported by Demirbag<sup>11</sup>, whose results demonstrated that within the mixed TOS population, only few had neurological compressions demonstrated on MRI and the majority presented vascular or neuro-vascular compressions.

Interestingly, venous compression in the costo-clavicular region is common in healthy individuals during provocative arm position on MRI<sup>11, 27</sup>. Anatomically, the clavicle performs a scissor-like movement on the first rib during arm abduction and reduces the costo-clavicular space. Gleno-humeral external rotation changes the subclavian artery PSV<sup>9</sup>. These anatomical

findings could explain why healthy individuals have positive responses during TOS orthopedic tests and why the disputed type is common. Since most of these tests last less than 30 seconds and that both neural or arterial compressions can cause similar symptoms (discomfort, paresthesia and even pain), a diagnostic tool that can evaluate all three neuro-vascular compressions would be ideal. Interestingly, the test with the best overall predictability was ROOS.

Even though there is still no established “gold standard” tool for diagnosing TOS, MRI at rest and during arm provocation, seems to be efficient in detecting a vascular and/or neurological compression in the thoracic outlet<sup>11, 27, 32, 33</sup>. To our knowledge, only one article considered MRI findings for TOS as having a poor sensitivity and specificity compared to intra-operative findings by not correctly identifying patients with neurological TOS<sup>30</sup>. Unfortunately, we did not have access to an MRI to evaluate the cause of symptoms or compression in our subjects.

Since there is a lack of accepted criteria for the diagnosis of TOS, especially the “disputed form”<sup>4</sup>, relying solely on orthopedic tests outcomes may have serious implications for mismanagement and may lead to inappropriate surgical intervention<sup>9</sup>. It would be interesting to establish new orthopedic tests like ROOS in future studies, which seems to be the only active test that could help differentiate a healthy subjects’ neuro-vascular compression from a pathological TOS symptom.

## **Study limitations**

Study limitations are as followed: first, since we were interested in evaluating the false positive rate, a sample size of seven TOS subjects was sufficient for our objective. Secondly, variations of the tests were only documented while using the Doppler PSV measures. It would be interesting to further investigate if these variants could cause more subjective symptoms in the healthy population. Thirdly, while properly trained to use the Doppler, the examiner cannot be considered a specialist in ultrasonography. Lastly, our main study limitation was a lack of blinding from the examiner throughout this study since there wasn’t a second independent observer for measurement assessments.

## **Conclusions**

On the basis of our findings, we conclude the following. First, false positive rate increased considerably within healthy subjects when only relying on three or fewer orthopedic tests to diagnose a possible TOS. Secondly, orthopedic TOS tests lack reliability when only considering pulse abolition. Finally, considering the patient's symptoms, combined with 4 positive TOS tests or more, Sn and Sp increase the validity of diagnosing a thoracic outlet syndrome.



## References

1. Ranasinghe P, Perera YS, Lamabadusuriya DA, Kulatunga S, Jayawardana N, Rajapakse S et al. Work related complaints of neck, shoulder and arm among computer office workers: a cross-sectional evaluation of prevalence and risk factors in a developing country. *Environ Health* 2011;10(1):70.
2. Bongers PM, Ijmker S, van den Heuvel S, Blatter BM. Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II). *Journal of occupational rehabilitation* 2006;16(3):279-302.
3. Côté P, van der Velde G, Cassidy JD, Carroll LJ, Hogg-Johnson S, Holm LW et al. The burden and determinants of neck pain in workers. *European Spine Journal* 2008;17(1):60-74.
4. Povlsen B, Belzberg A, Hansson T, Dorsi M. Treatment for thoracic outlet syndrome. *The Cochrane database of systematic reviews* 2010(1):CD007218.
5. Edwards DP, Mulkern E, Raja AN, Barker P. Trans-axillary first rib excision for thoracic outlet syndrome. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh* 1999;44(6):362-5.
6. Wilbourn AJ. The thoracic outlet syndrome is overdiagnosed. *Archives of Neurology* 1990;47(3):328-30.
7. Fugate MW, Rotellini-Coltvet L, Freischlag JA. Current management of thoracic outlet syndrome. *Current treatment options in cardiovascular medicine* 2009;11(2):176-83.
8. Roos DB. Congenital anomalies associated with thoracic outlet syndrome: anatomy, symptoms, diagnosis, and treatment. *The American Journal of Surgery* 1976;132(6):771-8.
9. Stapleton C, Herrington L, George K. Sonographic evaluation of the subclavian artery during thoracic outlet syndrome shoulder manoeuvres. *Manual therapy* 2009;14(1):19-27.
10. Abdul-Jabar H, Rashid A, Lam F. Thoracic outlet syndrome. *Orthopaedics and Trauma* 2009;23(1):69-73.
11. Demirbag D, Unlu E, Ozdemir F, Genchellac H, Temizoz O, Ozdemir H et al. The relationship between magnetic resonance imaging findings and postural maneuver and

physical examination tests in patients with thoracic outlet syndrome: results of a double-blind, controlled study. Archives of physical medicine and rehabilitation 2007;88(7):844-51.

12. Solway S, Surgeons AAoO. The DASH outcome measure user's manual. Institute for Work & Health; 2002.

13. Dargon PT, Moneta GL. Upper-Extremity Arterial Evaluations. Journal for Vascular Ultrasound 2012;36(2):92-102.

14. Longley D, Yedlicka J, Molina E, Schwabacher S, Hunter D, Letourneau J. Thoracic outlet syndrome: evaluation of the subclavian vessels by color duplex sonography. AJR American journal of roentgenology 1992;158(3):623-30.

15. Adson AW, Coffey JR. Cervical Rib: A Method of Anterior Approach for Relief of Symptoms by Division of the Scalenus Anticus. Annals of surgery 1927;85(6):839-57.

16. Halsted W. An experimental study of circumscribed dilation of an artery immediately distal to a partially occluding band, and its bearing on the dilation of the subclavian artery observed in certain cases of cervical rib. The Journal of experimental medicine 1916;24(3):271.

17. Eden KC. The vascular complications of cervical ribs and first thoracic rib abnormalities. British Journal of Surgery 1939;27(105):111-39.

18. Falconer M, Weddell G. Costoclavicular compression of the subclavian artery and vein: relation to the scalenus anticus syndrome. The Lancet 1943;242(6270):539-44.

19. Bussières A. Compendium de l'examen physique: une évaluation de l'état général et du système neuro-musculo-squelettique. Puq; 2008.

20. Wright IS. The neurovascular syndrome produced by hyperabduction of the arms: the immediate changes produced in 150 normal controls, and the effects on some persons of prolonged hyperabduction of the arms, as in sleeping, and in certain occupations. American Heart Journal 1945;29(1):1-19.

21. Dautat M, Deklunder G, Laroche J, Vivens F, De Bray J, Lopez F. 9-Bases d'interprétation des signaux Doppler. CHU N mes, CHU Lille, CHU Montpellier, CHU Angers:18.

22. Demondion X, Vidal C, Herbinet P, Gautier C, Duquesnoy B, Cotten A. Ultrasonographic assessment of arterial cross-sectional area in the thoracic outlet on postural

maneuvers measured with power Doppler ultrasonography in both asymptomatic and symptomatic populations. *Journal of ultrasound in medicine* 2006;25(2):217-24.

23. Klingelhöfer J. Ultrasonography of carotid stenosis. *IJCNMH*; 2014.

24. Landwehr P, Schulte O, Voshage G. Ultrasound examination of carotid and vertebral arteries. *European radiology* 2001;11(9):1521-34.

25. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C, Beaton D, Cole D, Davis A et al. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand). *American journal of industrial medicine* 1996;29(6):602-8.

26. Rayan G, Jensen C. Thoracic outlet syndrome: provocative examination maneuvers in a typical population. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 1995;4(2):113-7.

27. Demondion X, Bacqueville E, Paul C, Duquesnoy B, Hachulla E, Cotten A. Thoracic Outlet: Assessment with MR Imaging in Asymptomatic and Symptomatic Populations 1. *Radiology* 2003;227(2):461-8.

28. Gillard J, Pérez-Cousin M, Hachulla É, Remy J, Hurtevent J-F, Vinckier L et al. Diagnosing thoracic outlet syndrome: contribution of provocative tests, ultrasonography, electrophysiology, and helical computed tomography in 48 patients. *Joint Bone Spine* 2001;68(5):416-24.

29. Schwartzman RJ. Brachial plexus traction injuries. *Hand clinics* 1991;7(3):547-56.

30. Singh VK, Jeyaseelan L, Kyriacou S, Ghosh S, Sinisi M, Fox M. Diagnostic value of magnetic resonance imaging in thoracic outlet syndrome. *Journal of Orthopaedic Surgery* 2014;22(2).

31. Sullivan J, Wszolek ZK, Lund G, Pfeiffer R. Magnetic resonance imaging in thoracic outlet syndrome. *The Nebraska medical journal* 1988;73(3):70-2.

32. Aralasmak A, Cevikol C, Karaali K, Senol U, Sharifov R, Kilicarslan R et al. MRI findings in thoracic outlet syndrome. *Skeletal radiology* 2012;41(11):1365-74.

33. Criado E, Berguer R, Greenfield L. The spectrum of arterial compression at the thoracic outlet. *Journal of vascular surgery* 2010;52(2):406-11.

## Discussion

Dans notre population saine, plus de la moitié des sujets (51,7%) avait un faux positif (présence de symptômes) pour au moins un test orthopédique. De plus, nous avons dénoté une diminution significative du débit sanguin lors de l'exécution des tests orthopédiques avec l'écho-doppler pour les deux groupes. En se fiant seulement à une variation du débit sanguin lors d'un test orthopédique pour le SDT, il est impossible de différencier un sujet sain d'un sujet SDT. Grâce à l'écho-doppler, nos résultats ont montré qu'une modification dans l'exécution du test orthopédique n'était pas la cause d'une plus grande compression artérielle. Suite à nos résultats, nous pouvons donc confirmer notre première hypothèse : chacun des tests met la personne dans une position anatomique propice à créer des compressions neuro-vasculaires chez les sujets sains et, utilisés seuls, ils sont donc invalides.

Dans notre étude, les taux de faux positifs pour la présence de symptômes sont les suivants : Wright 90° (6,9%), Halstead (10,5%), Adson (13,8%), Wright 130° (17,2%), 160° (20,7%), Allen (27,6%), Costoclaviculaire (31,0%) et ROOS (34,5%). Par contre, les tests avec le plus haut taux de vrai positifs sont : Wright 160° (87,5%), Costoclaviculaire (87,5%), Allen (87,5%) et ROOS (100%). Finalement, les tests avec le plus haut taux de faux négatifs sont : Adson (62,5%) et Halstead (62,5%), Wright 90° (50%) et Wright 130° (50%). Les tests de Wright et ROOS semblent être les deux tests les plus favorables à identifier un sujet SDT. Un auteur (Demirbag et al., 2007) mentionne les tests de ROOS et Costoclaviculaire comme étant les meilleurs tests valides pouvant différencier des sujets sains des sujets SDT, lors de leur investigation sur IRM en position d'abduction. Une étude semblable à la nôtre, utilise le test de Wright à différents degrés d'abduction lors de l'écho-doppler pour évaluer le pourcentage de sténose de l'artère subclavière chez des sujets SDT (Demondion et al., 2006). Ces deux études viennent donc appuyer nos résultats par rapport au choix de prioriser les tests Wright et ROOS. De plus, étant donné le haut taux de vrais positifs pour le test Costoclaviculaire, en plus d'avoir été validé dans un article de qualité (Demirbag et al., 2007, nous jugeons ce test pertinent.

La sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives ainsi que les rapports de concordance des tests pour tous nos sujets ont été calculés. Les données révèlent que la

validité du diagnostic pour un SDT était meilleure lorsque 4 tests orthopédiques étaient positifs chez un même sujet, soit 75,0% (sensibilité), 75,8% (spécificité), 50% (valeur prédictive positive), 95,7% (valeur prédictive négative), 3,63 (concordance positive) et 0,165 (concordance négative). De plus, nous avons constaté que les tests suivants étaient tous positifs sur sept des huit côtés atteints : Costoclaviculaire, Allen, Wright 160° et ROOS. Nous pouvons en déduire que ces sujets avaient une compression dans la région costo-claviculaire et dans l'espace rétro-pectoral. Seulement un sujet TOS avait les tests d'Adson et d'Halstead de positifs (en plus de Costoclavicular, Allen et ROOS) tandis que Wright était négatif à tous les degrés d'abduction. Cela nous indique que la compression était au niveau inter-scalénique et dans l'espace costo-claviculaire. Nos résultats sont en accord avec une autre étude qui mentionne l'importance d'avoir plusieurs tests positifs afin de renforcer la validité du diagnostic (Gillard et al., 2001).

Lors de l'évaluation du débit sanguin avec l'écho-doppler, nos résultats démontrent qu'il n'y avait aucune différence significative entre les sujets sains et atteint pour les six tests orthopédiques. De plus, la perception d'une diminution du pouls radial par le clinicien lors des tests nous donnait un taux plus élevé de faux positifs qu'avec la machine à écho-doppler. Nous en concluons que l'évaluation du pouls lors de l'exécution du test orthopédique pour diagnostiquer un SDT n'est pas un signe valide. Pour sa part, Demirbag a observé une compression veineuse chez la plupart de ses sujets sains lors de l'investigation avec l'IRM en abduction dans la région costo-claviculaire (Demirbag et al., 2007). Ces deux observations laissent donc sous-entendre que la compression vasculaire au niveau du défilé thoracique est fréquente dans la population saine. De plus, dans sa population de SDT tous types confondus, Demirbag a remarqué un taux élevé de sujets présentant des compressions neuro-vasculaires ou vasculaires et très rarement des compressions purement neurologiques. Nous nous interrogeons donc sur le type SDT idiopathique majoritairement à prédominance neurologique. Selon Demirbag, nous pouvons affirmer qu'une compression veineuse est fréquente et peut ne présenter aucune symptomatologie à court terme. Donc, les sujets sains présentant une symptomatologie découlent d'une compression artérielle et/ou neurologique, cela peut également s'appliquer pour les sujets diagnostiqués d'un SDT idiopathique. Aussi, un test statique d'une durée approximative de 10-15 secondes n'est peut-être pas assez long

pour recréer les symptômes dus à la compression et aider le clinicien à différencier le symptôme neurologique de l'artériel chez le patient puisque les deux peuvent causer paresthésie et douleur. Nous encourageons les cliniciens à investiguer davantage le paquet neuro-vasculaire afin de considérer toutes les causes possibles de compression dans les cas de SDT idiopathique, même si la présentation clinique semble indiquer une atteinte neurologique.

## Chapitre 4

### Conclusion générale

Je pense avoir atteint mon objectif durant ce mémoire. Lors de l'étude, j'ai été surprise par le nombre de sujets sains présentant des faux positifs lors de l'exécution des tests orthopédiques pour diagnostiquer un SDT. Les conclusions de ma revue de la littérature m'ont aidée dans la compréhension et l'approche de la problématique en plus de me fournir des articles de qualité comme référence. J'ai appris que dans cette région particulière du défilé thoracique, il est commun de retrouver une compression de la veine subclavière chez une population saine, en position d'abduction sur l'IRM. De plus, lors de mon étude avec l'échodoppler, j'ai constaté qu'il était normal d'observer une diminution du débit sanguin artériel, lors des tests orthopédiques, chez mes sujets sains. Ceci m'amène à me demander si ce syndrome ne peut tout simplement pas être diagnostiqué par des tests en position statique. Que nous faisons fausse route à essayer de trouver un seul test pour une pathologie trop variable. Nous proposons aux chercheurs de trouver des tests actifs, semblables à ROOS, qui cible, sur une période de temps, à reproduire les symptômes du patient. De plus, il serait intéressant d'élaborer un guide clinique afin d'aider les cliniciens à poser un diagnostic et ainsi réduire l'ambiguïté entourant ce syndrome. Grâce à cette étude, nous pouvons déjà offrir une version préliminaire pour l'éventualité d'un guide clinique à l'aide de nos conclusions :

- Tout d'abord, il est important d'éliminer les autres diagnostics différentiels grâce aux tests orthopédiques spécifiques pour ceux-ci.
- Nous suggérons de prioriser les tests orthopédiques ROOS, Wright et Costoclaviculaire pour les raisons suivantes : ROOS pour sa pertinence dans le temps d'une durée de 3 minutes ; Wright pour la position en abduction à plusieurs degrés ; et Costoclaviculaire, car c'est la région la plus propice à une compression des structures neuro-vasculaires.
- Un test positif ne doit pas se fier à la simple diminution ou l'absence de pouls radial mais sur la reproduction de la symptomatologie du patient.

- En plus d'avoir obtenu ROOS, Wright et Costoclaviculaire de positif, minimalement, un 4<sup>e</sup> test devrait être effectué afin d'augmenter la validité du diagnostic.
- Nous recommandons d'essayer de reproduire les symptômes du patient avec le mouvement ou l'activité qui l'aggrave afin d'avoir une meilleure idée des structures impliquées.
- Afin de confirmer le diagnostic, l'outil de référence de choix pour cibler une compression neuro-vasculaire dans la région du défilé thoracique est l'IRM avec le bras en abduction d'environ 130 degrés (supérieur à 90 degrés et inférieur à 160 degrés). Ne pas oublier qu'une compression veineuse est normale chez les sujets sains et qu'on ne devrait pas baser un diagnostic sur cette découverte.
- Pour les interventions, il n'y a pas de données qui indiquent que l'intervention chirurgicale est meilleure que les traitements conservateurs. La chirurgie devrait donc être considérée en dernier recours.

Ces conclusions pourront aider les cliniciens dans leurs approches face à un patient présentant les symptômes d'un SDT et ainsi aider dans la compréhension du syndrome, la prise en charge et le suivi de ce dernier.



## Bibliographie

- Adson, A. W. (1947). Surgical treatment for symptoms produced by cervical ribs and the scalenus anticus muscle. *Surgery, gynecology & obstetrics*, 85(6), 687.
- Adson, A. W., & Coffey, J. R. (1927). Cervical rib: A method of anterior approach for relief of symptoms by division of the scalenus anticus. *Ann Surg*, 85(6), 839-857.
- Bates, B., & Bickley, L. S. (2014). *Guide de l'examen clinique-nouvelle édition 2014*: Arnette-John Libbey Eurotext.
- Bhargava, S. K. (2010). *Textbook of color doppler imaging*: JAYPEE BROTHERS PUBLISHERS.
- Bussières, A. (2008). *Compendium de l'examen physique: Une  valuation de l'état général et du système neuro-musculo-squelettique*: Puq.
- Ciampi, P., Scotti, C., Gerevini, S., De Cobelli, F., Chiesa, R., Fraschini, G., & Peretti, G. M. (2011). Surgical treatment of thoracic outlet syndrome in young adults: Single centre experience with minimum three-year follow-up. *International orthopaedics*, 35(8), 1179-1186.
- Cooke, R. (2003). Thoracic outlet syndrome—aspects of diagnosis in the differential diagnosis of hand–arm vibration syndrome. *Occupational Medicine*, 53(5), 331-336.
- Coote, H. (1861). Exostosis of the left transverse process of the seventh cervical vertebra, surrounded by blood vessels and nerves; successful removal. *Lancet*, 1(360), 19861.
- Criado, E., Berguer, R., & Greenfield, L. (2010). The spectrum of arterial compression at the thoracic outlet. *Journal of vascular surgery*, 52(2), 406-411.
- Dargon, P. T., & Moneta, G. L. (2012). Upper-extremity arterial evaluations. *Journal for Vascular Ultrasound*, 36(2), 92-102.
- Dauzat, M., Deklunder, G., Laroche, J., Vivens, F., De Bray, J., & Lopez, F. 9-bases d'interprétation des signaux doppler. *CHU N mes, CHU Lille, CHU Montpellier, CHU Angers*, 18.
- Deklunder, G., Dauzat, M., Boivin, V., & S diri, I. (2004). Exploration des vaisseaux du membre supérieur. Doppler et  chotomographie. *EMC-Radiologie*, 1(6), 632-646.

- Demirbag, D., Unlu, E., Ozdemir, F., Genchellac, H., Temizoz, O., Ozdemir, H., & Demir, M. K. (2007). The relationship between magnetic resonance imaging findings and postural maneuver and physical examination tests in patients with thoracic outlet syndrome: Results of a double-blind, controlled study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88(7), 844-851.
- Demondion, X., Bacqueville, E., Paul, C., Duquesnoy, B., Hachulla, E., & Cotten, A. (2003). Thoracic outlet: Assessment with mr imaging in asymptomatic and symptomatic populations 1. *Radiology*, 227(2), 461-468.
- Demondion, X., Vidal, C., Herbinet, P., Gautier, C., Duquesnoy, B., & Cotten, A. (2006). Ultrasonographic assessment of arterial cross-sectional area in the thoracic outlet on postural maneuvers measured with power doppler ultrasonography in both asymptomatic and symptomatic populations. *Journal of ultrasound in medicine*, 25(2), 217-224.
- Eden, K. C. (1939). The vascular complications of cervical ribs and first thoracic rib abnormalities. *British Journal of Surgery*, 27(105), 111-139.
- Falconer, M., & Weddell, G. (1943). Costoclavicular compression of the subclavian artery and vein: Relation to the scalenus anticus syndrome. *The Lancet*, 242(6270), 539-544.
- Gillard, J., Pérez-Cousin, M., Hachulla, É., Remy, J., Hurtevent, J.-F., Vinckier, L., . . . Duquesnoy, B. (2001). Diagnosing thoracic outlet syndrome: Contribution of provocative tests, ultrasonography, electrophysiology, and helical computed tomography in 48 patients. *Joint Bone Spine*, 68(5), 416-424.
- Halsted, W. (1916). An experimental study of circumscribed dilation of an artery immediately distal to a partially occluding band, and its bearing on the dilation of the subclavian artery observed in certain cases of cervical rib. *The Journal of experimental medicine*, 24(3), 271.
- Haneline, M. T. (2006). *Evidence-based chiropractic practice*: Jones & Bartlett Learning.
- Hudak, P. L., Amadio, P. C., Bombardier, C., Beaton, D., Cole, D., Davis, A., . . . Marx, R. G. (1996). Development of an upper extremity outcome measure: The dash (disabilities of the arm, shoulder, and hand). *American journal of industrial medicine*, 29(6), 602-608.
- Klingelhöfer, J. (2014). Ultrasonography of carotid stenosis: IJCNMH.

- Kotval, P. (1989). Doppler waveform parvus and tardus. A sign of proximal flow obstruction. *Journal of ultrasound in medicine*, 8(8), 435-440.
- Landwehr, P., Schulte, O., & Voshage, G. (2001). Ultrasound examination of carotid and vertebral arteries. *European radiology*, 11(9), 1521-1534.
- Larsen, W. (2003). *Embryologie humaine*: De Boeck Supérieur.
- Laulan, J., Fouquet, B., Rodaix, C., Jauffret, P., Roquelaure, Y., & Descatha, A. (2011). Thoracic outlet syndrome: Definition, aetiological factors, diagnosis, management and occupational impact. *J Occup Rehabil*, 21(3), 366-373.
- Mackinnon, S. E., & Novak, C. B. (2002). Thoracic outlet syndrome. *Current problems in surgery*, 39(11), 1070-1145.
- Mehra, S. (2010). Role of duplex doppler sonography in arterial stenoses. *Journal, Indian Academy of Clinical Medicine*, 11(4), 295.
- Murphy, T. (1910). Brachial neuritis caused by pressure of first rib. *Aust Med J*, 15, 582-585.
- Netter, F. H., & Kamina, P. (2011). Atlas d'anatomie humaine: 5 éme édition. Issy-Les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Ochsner, A., Gage, M., & DeBakey, M. (1935). Scalenus anticus (naffziger) syndrome. *The American journal of surgery*, 28(3), 669-695.
- Panegyres, P. K., Moore, N., Gibson, R., Rushworth, G., & Donaghy, M. (1993). Thoracic outlet syndromes and magnetic resonance imaging. *Brain*, 116(4), 823-841.
- Povlsen, B., Belzberg, A., Hansson, T., & Dorsi, M. (2010). Treatment for thoracic outlet syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*(1), CD007218. doi: 10.1002/14651858.CD007218.pub2
- Rayan, G., & Jensen, C. (1995). Thoracic outlet syndrome: Provocative examination maneuvers in a typical population. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 4(2), 113-117.
- Roos, D. B. (1976). Congenital anomalies associated with thoracic outlet syndrome: Anatomy, symptoms, diagnosis, and treatment. *The American journal of surgery*, 132(6), 771-778.
- Roos, D. B. (1979). New concepts of thoracic outlet syndrome that explain etiology, symptoms, diagnosis, and treatment. *Vascular and Endovascular Surgery*, 13(5), 313-321.

- Roos, D. B. (1982). The place for scalenectomy and first-rib resection in thoracic outlet syndrome. *Surgery*, 92(6), 1077-1085.
- Salander, J. M. (1994). Thoracic outlet syndrome: The suburban hospital experience. *Maryland medical journal (Baltimore, Md.: 1985)*, 43(9), 795-799.
- Sanders, R. J., Hammond, S. L., & Rao, N. M. (2008). Thoracic outlet syndrome: A review. *The neurologist*, 14(6), 365-373.
- Schäberle, W., & Herwig, B. (2005). Ultrasonography in vascular diagnosis: A therapy-oriented textbook and atlas.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). Consort 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC medicine*, 8(1), 1.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Chevallier, J.-M., Douard, R., Voll, M., & Wesker, K. (2006). *Atlas d'anatomie prométhée: Anatomie générale et appareil locomoteur*: Maloine.
- Simons, D. G., Travell, J. G., & Simons, L. S. (1999). *Travell & simons' myofascial pain and dysfunction: Upper half of body* (Vol. 1): Lippincott Williams & Wilkins.
- Stopford, J. S., & Telford, E. (1919). Compression of the lower trunk of the brachial plexus by a first dorsal rib. With a note on the surgical treatment. *British Journal of Surgery*, 7(26), 168-177.
- Whiting, P., Rutjes, A. W., Reitsma, J. B., Bossuyt, P. M., & Kleijnen, J. (2003). The development of quadas: A tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. *BMC medical research methodology*, 3(1), 1.
- Whiting, P. F., Rutjes, A. W., Westwood, M. E., Mallett, S., Deeks, J. J., Reitsma, J. B., . . . Bossuyt, P. M. (2011). Quadas-2: A revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med*, 155(8), 529-536. doi: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009
- Wilbourn, A. J. (1988). Thoracic outlet syndrome surgery causing severe brachial plexopathy. *Muscle & nerve*, 11(1), 66-74.
- Wilbourn, A. J. (1990). The thoracic outlet syndrome is overdiagnosed. *Archives of Neurology*, 47(3), 328-330.
- Wright, I. S. (1945). The neurovascular syndrome produced by hyperabduction of the arms: The immediate changes produced in 150 normal controls, and the effects on some

persons of prolonged hyperabduction of the arms, as in sleeping, and in certain occupations. *American Heart Journal*, 29(1), 1-19.

# ANNEXE I : Lettre d'information



## LETTRE D'INFORMATION

**Invitation à participer au projet de recherche sur le syndrome du défilé thoracique.**

**Ingrid Dessureault-Dober, étudiante à la maîtrise en sciences biomédicales**  
**Dr Gilles Bronchti, PhD, professeur, département d'anatomie : Directeur de recherche**

Nous vous invitons à participer à un projet de recherche qui vise à mieux comprendre le syndrome du défilé thoracique grâce à l'investigation des tests et outils utilisés pour établir son diagnostic. Votre participation serait grandement appréciée.

### **Qu'est-ce que le syndrome du défilé thoracique ?**

De façon générale, le syndrome du défilé thoracique est une compression des vaisseaux et/ou des nerfs dans la région du cou et de l'épaule. On en souffre généralement d'un seul côté. Une personne ayant ce syndrome peut présenter des douleurs à la base du cou et/ou au bras, parfois accompagnés d'engourdissements, de faiblesse et/ou de froideur non spécifique vers l'avant-bras. Les mouvements des bras levés au-dessus de la tête vont souvent aggraver les symptômes.

### **Objectifs**

Plusieurs tests orthopédiques sont couramment utilisés pour diagnostiquer le syndrome du défilé thoracique et le différencier d'autres affections du cou et du bras. Malheureusement, la validité de ces tests et leur spécificité sont incertaines et ainsi le professionnel de la santé peut se méprendre sur les résultats de ces tests et mal les interpréter. Les objectifs de ce projet de recherche sont de valider chacun de ces tests en explorant leurs forces et leurs faiblesses.

Pour ce faire, nous avons besoin de votre participation. Celle-ci implique que vous nous consacriez du temps pour nous permettre d'évaluer chacun de ces tests sur vous, que vous souffriez ou non de douleurs au cou et au bras. Les renseignements donnés dans cette lettre d'information visent à vous aider à comprendre exactement ce qu'implique votre éventuelle participation à la recherche et à prendre une décision éclairée à ce sujet. Nous vous demandons

donc de lire le formulaire de consentement attentivement et de poser toutes les questions que vous souhaitez poser. Vous pouvez prendre tout le temps dont vous avez besoin avant de prendre votre décision.

### **Tâche**

Votre participation à ce projet de recherche consiste en premier lieu à remplir des questionnaires sur votre santé et votre douleur actuelle, si douleur il y a. Par la suite, un rendez-vous sera fixé selon votre convenance pour passer la série de tests dans nos locaux à l'Université du Québec à Trois-Rivières. La durée de cette rencontre est d'environ 2 heures et se déroulera en deux étapes. Par la suite, il est possible qu'une deuxième rencontre vous soit proposée dépendamment du déroulement de la première. Cette deuxième rencontre sera nécessaire seulement si les résultats obtenus lors de la première sont positifs. Tous les tests concernent les régions du bras, du cou et du thorax. Certaines de ces évaluations impliqueront des outils de diagnostic utilisés dans le domaine médical afin d'évaluer le pouls, la contraction des muscles et des nerfs. À tout moment, vous pourrez arrêter l'évaluation. Il y aura une pause entre chaque test et/ou position afin que vous puissiez reposer la région évaluée.

Premièrement, nous débiterons la rencontre en réévaluant votre condition avec la même procédure que lors de votre évaluation en clinique, soit refaire l'examen orthopédique en lien avec le syndrome du défilé thoracique. Cela consiste en six tests orthopédiques qui ont pour but de reproduire les symptômes pour lesquels vous avez consulté au départ. Un léger désagrément pourrait être ressenti mais rien de plus que lors de votre évaluation en clinique.

En deuxième lieu, nous évaluerons le flux sanguin au niveau d'une artère du cou (près de la clavicule) grâce à une machine à échographie Doppler. Cet outil de diagnostic fréquemment utilisé en médecine est indolore et non invasif. L'échographie est basée sur un phénomène physique des ultrasons, l'effet doppler. Un gel sera appliqué sur la peau au niveau du cou et une sonde captera des informations sur le flux sanguin sous forme d'image en deux dimensions. Le flux sanguin sera enregistré au repos et à nouveau pour chacun des six tests orthopédiques.

Suite aux résultats obtenus lors de l'évaluation à l'échographie Doppler, vous pourriez être convoqué(e) pour une deuxième rencontre afin de participer à une dernière étape qui consiste à enregistrer l'activité des nerfs superficiels grâce à un outil de diagnostic appelé potentiels évoqués somesthésiques (PES). C'est une méthode non invasive et indolore. De petites électrodes seront placées sur la peau au niveau du poignet et un casque, semblable à un bonnet de bain, sera délicatement positionné sur votre tête. Le casque sert à enregistrer l'activité nerveuse seulement, il n'y aura aucune stimulation au niveau de la tête. Le poignet sera soumis à une légère stimulation électrique non douloureuse. L'intensité de celle-ci est similaire à un courant interférentiel ou un TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) couramment utilisé en thérapie complémentaire en clinique par les chiropraticiens et les physiothérapeutes. Vous pourriez ressentir un léger picotement désagréable au niveau de l'électrode au poignet, mais non douloureux. Nous pourrions ainsi enregistrer l'activité des nerfs au repos et lors des tests orthopédiques pour voir s'il y a un changement. Cette deuxième rencontre, si elle a lieu, se tiendra aux locaux d'électrophysiologie du Collège Ells et sera d'une durée d'environ 1h30. Le collège se situe au 90 Dorval à Trois-Rivières. Des instructions pour s'y rendre vous seront fournies.

### **Risques, inconvénients, inconforts**

Aucun risque n'est associé à votre participation.

Les inconvénients sont :

1) vous devrez donner de votre temps pour votre participation : environ 2 heures pour la première rencontre et, dans certains cas, et si vous le voulez bien, environ 1h30 pour une deuxième rencontre. Cette deuxième rencontre aura lieu seulement si nous observons des résultats positifs lors de l'évaluation des tests orthopédiques et du flux sanguin avec la machine à échographie Doppler. Obtenir des résultats positifs n'implique en rien que vous ayez le syndrome du défilé thoracique puisque nous chercherons à vérifier la validité des tests orthopédiques et donc observer s'il y a beaucoup de faux positifs associés avec ces tests.

2) Comme mentionné précédemment, quelques inconforts sont possibles :

- lors de la position du bras et/ou du cou pour l'évaluation des tests orthopédiques puisqu'ils ont pour but de recréer les symptômes (si symptômes il y a).
- lors de l'enregistrement de la réponse des nerfs par les potentiels évoqués somesthésique (PES). Cet outil diagnostique nécessite de faire une légère stimulation non douloureuse de la peau au niveau du poignet, comparable à un léger pincement ou picotement de la peau.

Il est important d'informer le chercheur si vous souffrez d'allergies à certains produits, tels : tampons désinfectants, alcool, crèmes, colle ou autres.

### **Bénéfices**

La contribution à l'avancement des connaissances au sujet du syndrome du défilé thoracique est le seul bénéfice direct prévu à votre participation. Il y aura par contre un dédommagement du temps que vous accorderez à ce projet et des déplacements que vous aurez à effectuer pour participer au projet, une compensation symbolique de 30 \$ vous sera remise.

### **Confidentialité**

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à votre identification. Votre confidentialité sera assurée par un nom fictif lors de votre participation. Les résultats de la recherche, qui pourront être diffusés sous forme d'articles, de thèse et de communications, ne permettront pas d'identifier les participants.

Les données recueillies seront conservées sous clé par le chercheur et les seules personnes qui y auront accès seront les membres affiliés au projet de recherche. Elles seront conservées afin que les données puissent être utilisées dans un autre projet annexe à celui-ci et elles seront détruites dans les cinq ans.

### **Participation volontaire**

Votre participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement libre de participer ou non et de vous retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à fournir d'explications. Le refus de participer n'aura aucun impact sur les services reçus à la clinique.



Le chercheur se réserve aussi la possibilité de retirer un participant en lui fournissant des explications sur cette décision.

**Responsable de la recherche**

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour toute question concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec la chercheuse :

Nom : Ingrid Dober

Courriel : [dessurei@uqtr.ca](mailto:dessurei@uqtr.ca)

Téléphone : 819-696-8274

**Question ou plainte concernant l'éthique de la recherche**

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro [CER-13-190-06.15] a été émis le [2 mai 2013].

Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique [CEREH@uqtr.ca](mailto:CEREH@uqtr.ca).

## ANNEXE II : Le formulaire de consentement

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

#### Engagement de la chercheuse

Moi, **Ingrid Dessureault-Dober**, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

#### Consentement du participant

Je, \_\_\_\_\_, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet sur le syndrome du défilé thoracique. J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de ma participation. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé de suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer ou non à cette recherche. Je comprends que ma participation est entièrement volontaire et que je peux décider de me retirer en tout temps, sans aucun préjudice.

**J'accepte donc librement de participer à ce projet de recherche**

Participante ou participant :	Chercheuse :
Signature :	Signature :
Nom :	Nom :
Date :	Date :

Numéro du certificat : CER-13-190-06.15

Certificat émis le 02 mai 2013

## ANNEXE III : Le questionnaire DASH

QUESTIONNAIRE DASH SUR LES INCAPACITÉS RELIÉES À UNE ATTEINTE AUX MEMBRES SUPÉRIEURS

Le

**DASH**

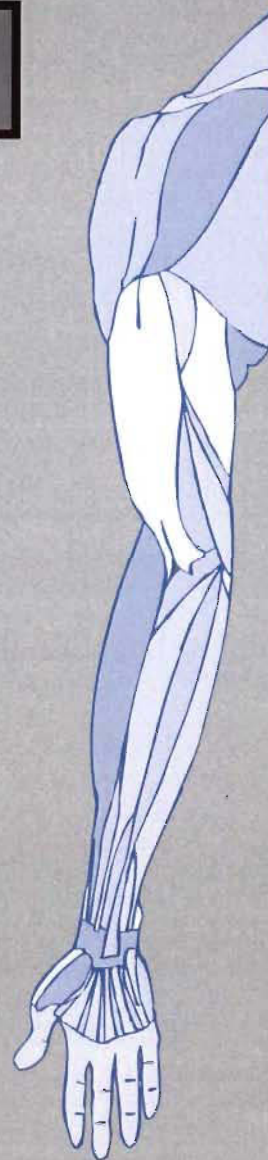
### INSTRUCTIONS

Ce questionnaire porte sur vos symptômes ainsi que sur votre capacité à réaliser certaines activités.

En vous basant sur votre condition de la dernière semaine, veuillez répondre à toutes les questions, en encerclant le numéro approprié.

Si vous n'avez pas eu l'occasion de réaliser une activité au cours de la dernière semaine, faites de votre mieux pour choisir la réponse qui serait la plus juste.

Répondez en vous basant sur votre capacité à réaliser la tâche sans vous soucier de comment vous l'effectuez ou de quelle main vous utilisez pour réaliser l'activité.



## QUESTIONNAIRE DASH SUR LES INCAPACITÉS RELIÉES À UNE ATTEINTE AUX MEMBRES SUPÉRIEURS

Évaluez votre capacité à faire les activités suivantes au cours de la dernière semaine en encerclant le numéro dans la colonne appropriée. Répondez en vous basant sur votre capacité à réaliser la tâche sans vous soucier de comment vous l'effectuez ou de quelle main vous utilisez pour réaliser l'activité.

	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté sévère	Incapable
1. Ouvrir un pot neuf ou fermé serré.	1	2	3	4	5
2. Écrire.	1	2	3	4	5
3. Tourner une clé.	1	2	3	4	5
4. Préparer un repas.	1	2	3	4	5
5. Ouvrir une porte lourde en poussant.	1	2	3	4	5
6. Placer un objet sur une tablette située au-dessus de votre tête.	1	2	3	4	5
7. Faire de gros travaux ménagers (ex.: laver les murs, laver les planchers).	1	2	3	4	5
8. Jardiner ou faire l'entretien d'un terrain.	1	2	3	4	5
9. Faire un lit.	1	2	3	4	5
10. Transporter un sac d'épicerie ou un porte-document (valise).	1	2	3	4	5
11. Transporter un objet lourd (plus de 10 livres).	1	2	3	4	5
12. Changer une ampoule située au-dessus de votre tête.	1	2	3	4	5
13. Laver vos cheveux ou sécher vos cheveux à l'aide d'un sèche-vent.	1	2	3	4	5
14. Laver votre dos.	1	2	3	4	5
15. Mettre un chandail.	1	2	3	4	5
16. Utiliser un couteau pour couper des aliments.	1	2	3	4	5
17. Activités de loisirs qui exigent peu d'effort (ex.: jouer aux cartes, etc.).	1	2	3	4	5
18. Activités de loisirs dans lesquelles votre bras, votre épaule ou votre main subit un impact (ex.: golf, utiliser un marteau, tennis, etc.).	1	2	3	4	5
19. Activités de loisirs durant lesquelles vous bougez votre bras librement (ex.: jouer au frisbee, au badminton, etc.).	1	2	3	4	5
20. Déplacements (transports).	1	2	3	4	5
21. Activités sexuelles.	1	2	3	4	5

© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

# QUESTIONNAIRE DASH SUR LES INCAPACITÉS RELIÉES À UNE ATTEINTE AUX MEMBRES SUPÉRIEURS

	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
22. Au cours de la dernière semaine, dans quelle mesure votre problème au bras, à l'épaule ou à la main a-t-il nui à vos activités sociales habituelles avec votre famille, amis, voisins ou groupes? (encerclez un chiffre)	1	2	3	4	5

	Pas limité du tout	Légèrement limité	Moyennement limité	Très limité	Incapable
23. Au cours de la dernière semaine, avez-vous été limité dans votre travail ou dans vos autres activités habituelles à cause de votre problème au bras, à l'épaule ou à la main? (encerclez un chiffre)	1	2	3	4	5

Évaluez la sévérité des symptômes suivants au cours de la dernière semaine. (encerclez un chiffre)

	Aucune	Légère	Modérée	Sévère	Extrême
24. Douleur au bras, à l'épaule ou à la main.	1	2	3	4	5
25. Douleur au bras, à l'épaule ou à la main lorsque vous réalisez toute activité spécifique.	1	2	3	4	5
26. Picotements (fourmillements) au bras, à l'épaule ou à la main.	1	2	3	4	5
27. Faiblesse au bras, à l'épaule ou à la main.	1	2	3	4	5
28. Raideurs (manque de souplesse) au bras, à l'épaule ou à la main.	1	2	3	4	5

	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté sévère	Tellement de difficulté que je ne peux pas dormir
29. Au cours de la dernière semaine, dans quelle mesure avez-vous eu de la difficulté à dormir à cause de votre douleur au bras, à l'épaule ou à la main? (encerclez un chiffre)	1	2	3	4	5

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni d'accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
30. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec la phrase suivante : « Je me sens moins capable, moins confiant ou moins utile à cause de mon problème au bras, à l'épaule ou à la main ».	1	2	3	4	5

$$\text{COTATION DU DASH INCAPACITÉ/SYMPÔME} = \left( \frac{\text{somme des valeurs choisies}}{\text{nombre de questions répondues}} - 1 \right) \times 25$$

Un score du DASH ne peut pas être calculé s'il y a plus que 3 réponses manquantes.

© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

## QUESTIONNAIRE DASH SUR LES INCAPACITÉS RELIÉES À UNE ATTEINTE AUX MEMBRES SUPÉRIEURS

### MODULE TRAVAIL (OPTIONNEL)

Les questions suivantes portent sur l'impact de votre problème au bras, à l'épaule ou à la main sur votre capacité à travailler (incluant « tenir maison » si cela est votre principale occupation).

Indiquez quel est votre travail même si votre problème au bras, à l'épaule ou à la main vous empêche de le réaliser actuellement : \_\_\_\_\_

☐ Je n'ai pas de travail. (Ne répondez pas à cette section.)

Encerclez le numéro qui décrit le mieux votre capacité physique au cours de la dernière semaine. Si vous n'avez pas eu l'occasion de réaliser votre travail au cours de la dernière semaine, faites de votre mieux pour choisir la réponse qui serait la plus juste. Avez-vous eu de la difficulté à :

	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté sévère	Incapable
1. utiliser la même technique de travail que d'habitude?	1	2	3	4	5
2. faire votre travail habituel à cause de votre douleur au bras, à l'épaule ou à la main?	1	2	3	4	5
3. faire votre travail aussi bien que vous l'auriez voulu?	1	2	3	4	5
4. passer le même nombre d'heures que d'habitude à réaliser votre travail?	1	2	3	4	5

### MODULE SPORTS/MUSIQUE (OPTIONNEL)

Les questions suivantes portent sur l'impact de votre problème au bras, à l'épaule ou à la main sur la pratique d'un instrument de musique, d'un sport ou des deux. Si vous pratiquez plus d'un sport ou d'un instrument (ou les deux), répondez en considérant l'activité qui est la plus importante pour vous.

Indiquez le sport ou l'instrument qui est le plus important pour vous peu importe si votre problème au bras, à l'épaule ou à la main vous empêche de le réaliser actuellement : \_\_\_\_\_

☐ Je ne pratique pas un sport ou un instrument. (Ne répondez pas à cette section.)

Encerclez le numéro qui décrit le mieux votre capacité physique au cours de la dernière semaine. Si vous n'avez pas eu l'occasion de réaliser cette activité au cours de la dernière semaine, faites de votre mieux pour choisir la réponse qui serait la plus juste. Avez-vous eu de la difficulté à :

	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté sévère	Incapable
1. utiliser la même technique que d'habitude pour pratiquer votre instrument ou sport?	1	2	3	4	5
2. pratiquer votre instrument ou sport habituel à cause de la douleur au bras, à l'épaule ou à la main?	1	2	3	4	5
3. pratiquer votre instrument ou sport habituel aussi bien que vous l'auriez voulu?	1	2	3	4	5
4. passer le même nombre d'heures que d'habitude à pratiquer votre instrument ou sport?	1	2	3	4	5

**COTATION DES MODULES OPTIONNELS :** Additionnez les valeurs encadrées; divisez par 4 (nombre d'items); soustraire 1; multipliez par 25.

Un score au module optionnel ne peut pas être calculé si des items ne sont pas répondus.

© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

French Canadian translation courtesy of Durand et al, Université de Sherbrooke, Longueuil, Canada